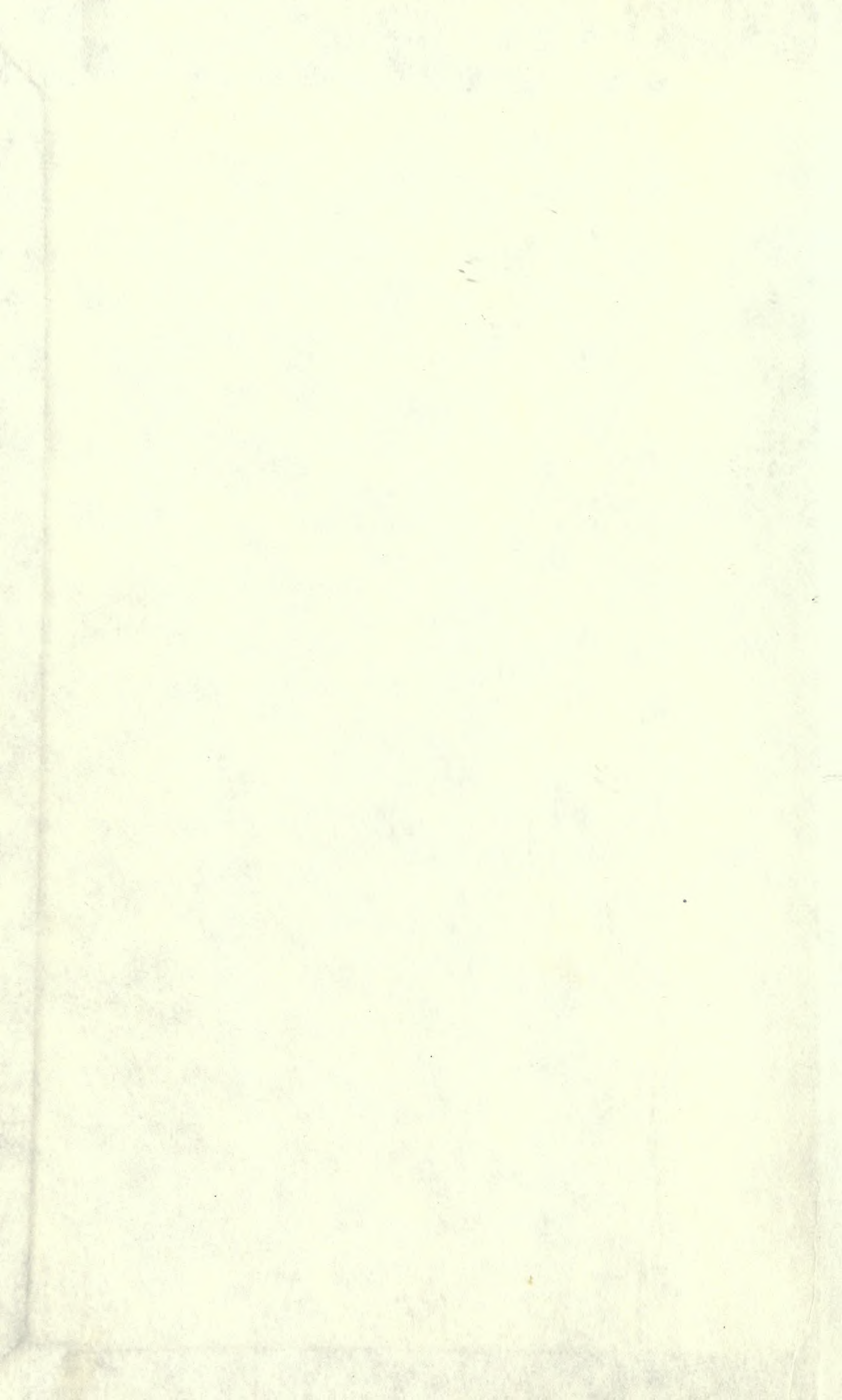
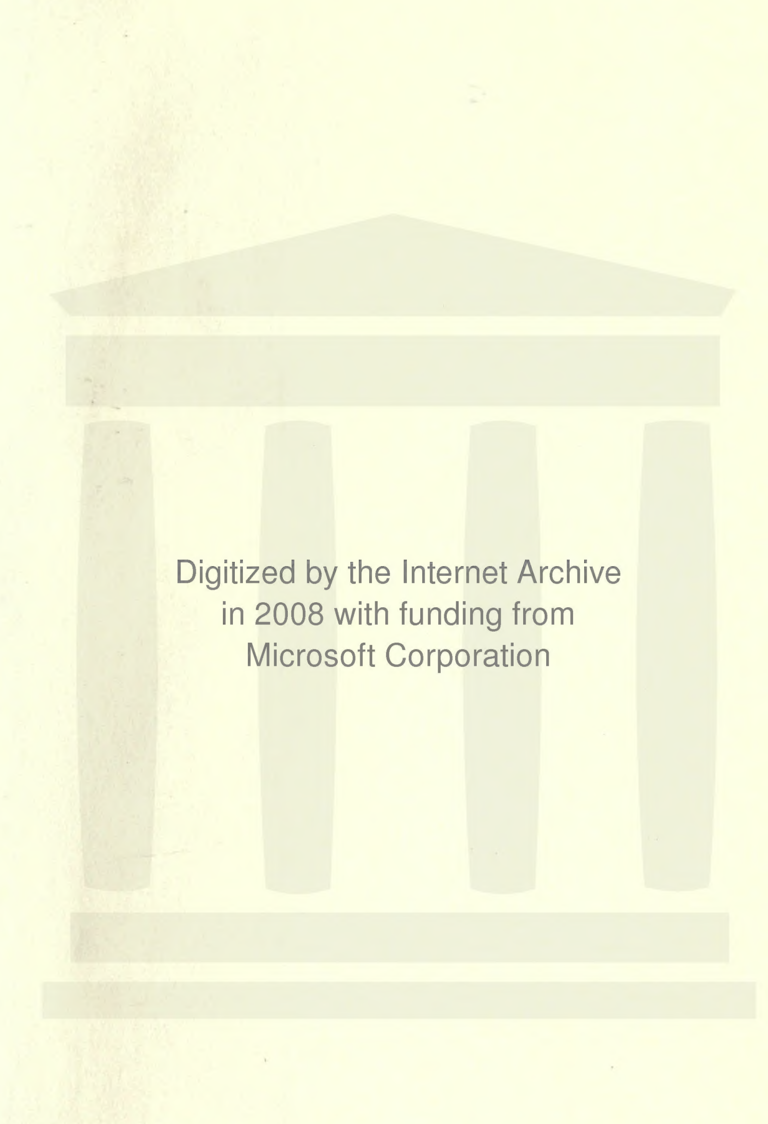
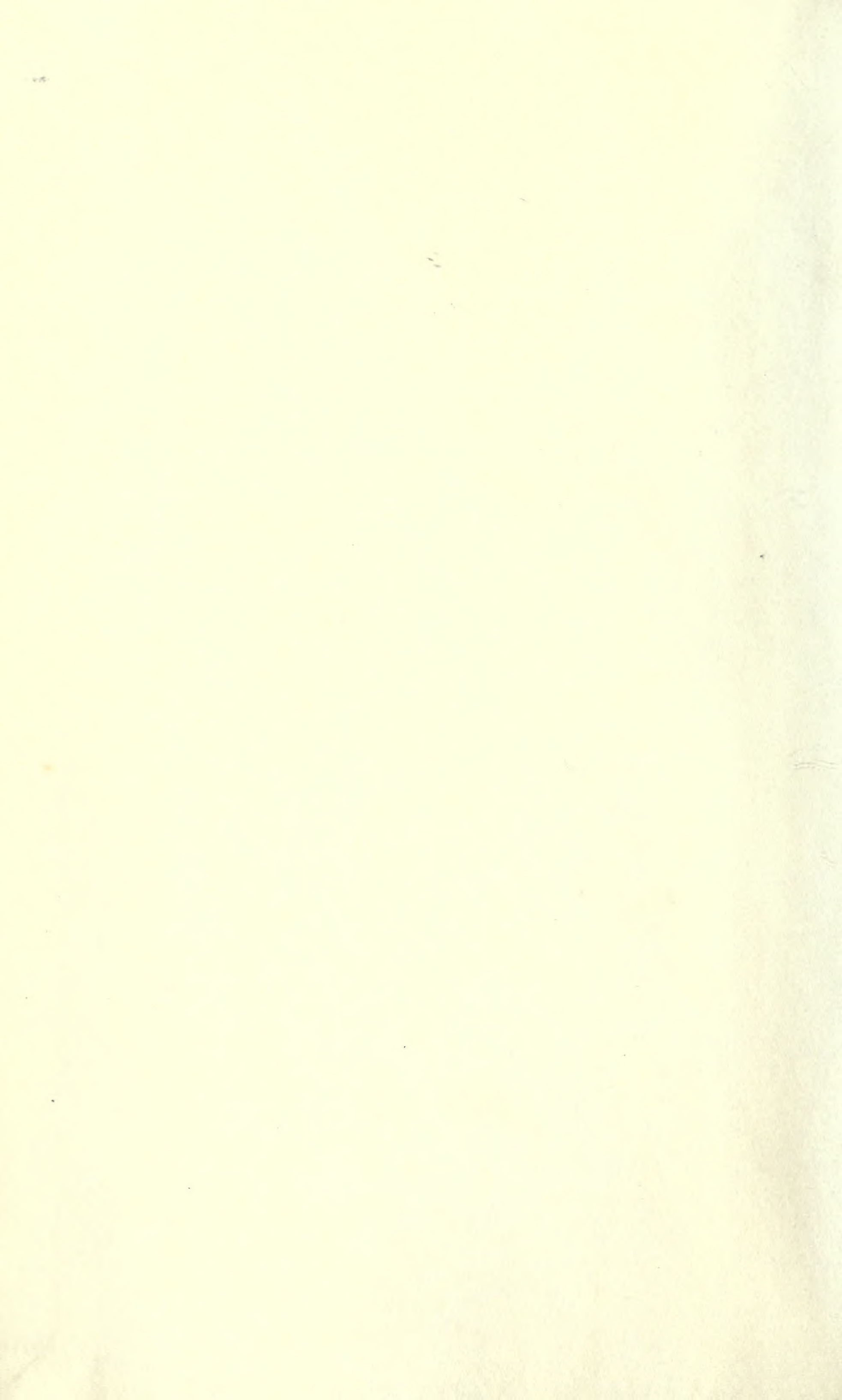
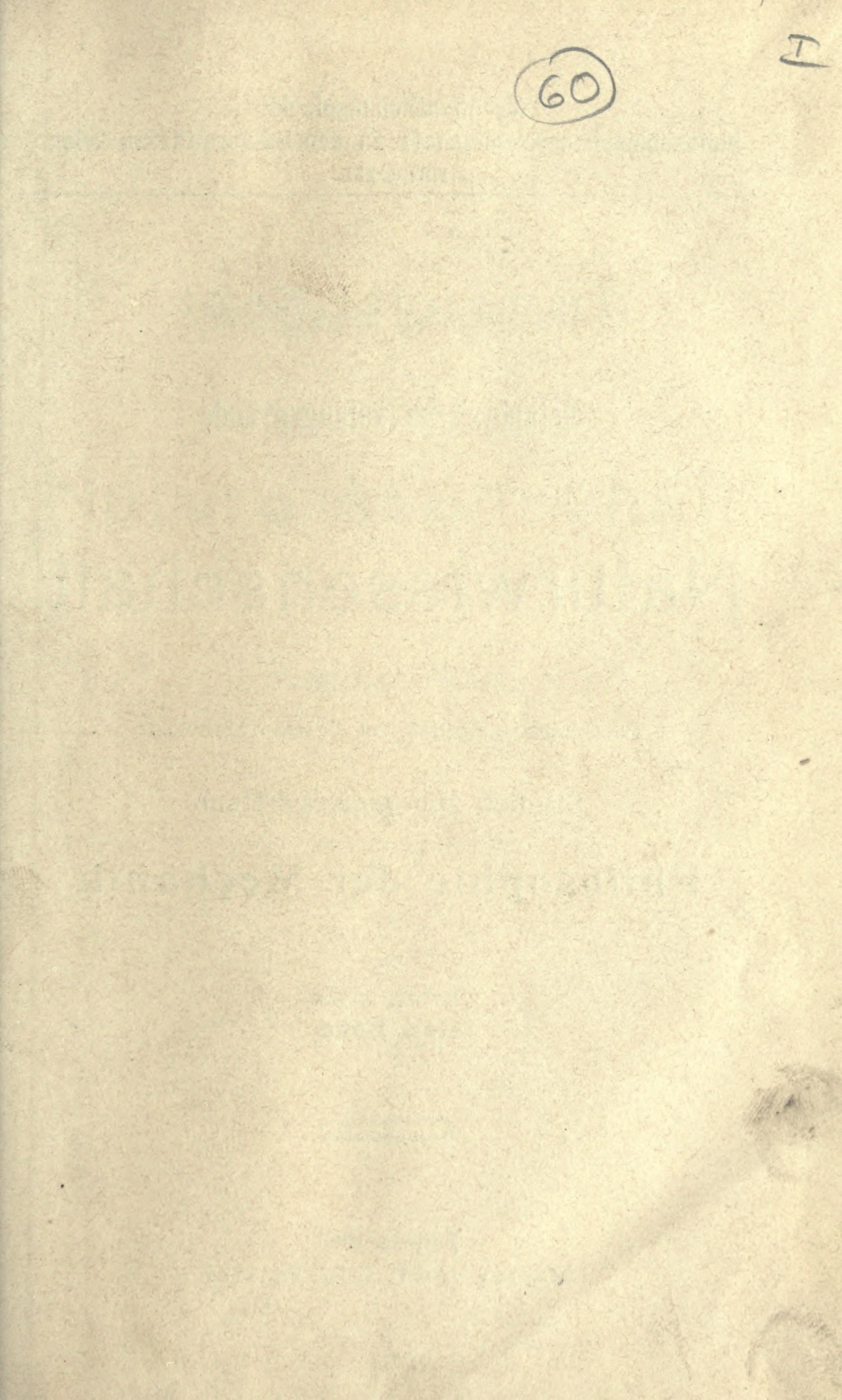

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00256724 6









Veröffentlichungen der
Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien.
Band III.

Immanuel Kant.

Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft.

Neu herausgegeben mit einem Nachwort:

Studien zur gegenwärtigen

Philosophie der Mechanik

von

Alois Höfler.

Leipzig 1900.
Verlag von C. E. M. Pfeffer.

Veröffentlichungen der
Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien.
Band IIIa.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Naturwissenschaft

von

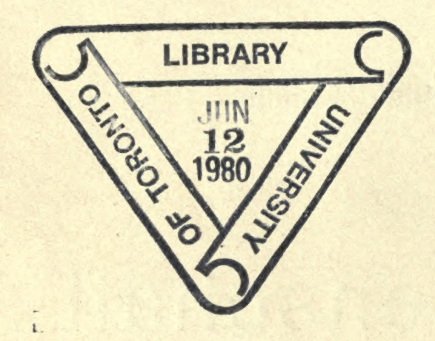
Immanuel Kant.

Neu herausgegeben

von

Alois Höfler.

Leipzig 1900.
Verlag von C. E. M. Pfeffer.


LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
JUN
12
1980

Vorrede.

Wenn das Wort Natur blos in formaler Bedeutung genommen wird, da es das erste innere Princip alles dessen bedeutet, was zum Dasein eines Dinges gehört*, so kann es so vielerlei Naturwissenschaften geben, als es specifisch verschiedene Dinge gibt, deren jedes sein eigenthümliches inneres Princip der zu seinem Dasein gehörigen Bestimmungen enthalten muss. Sonst wird aber auch Natur in materieller Bedeutung genommen, nicht als eine Beschaffenheit, sondern als der Inbegriff aller Dinge, sofern sie Gegenstände unserer Sinne, mithin auch der Erfahrung sein können, worunter also das Ganze aller Erscheinungen, d. i. die Sinnenwelt, mit Ausschliessung aller nicht sinnlichen Objecte, verstanden wird. Die Natur, in dieser Bedeutung des Worts genommen, hat nun, nach der Hauptverschiedenheit unserer Sinne, zwei Haupttheile, deren der eine die Gegenstände äusserer, der andere den Gegenstand des inneren Sinnes enthält, mithin ist von ihr eine zwiefache Naturlehre, die **Körperlehre** und **Seelenlehre** möglich, wovon die erste die ausgedehnte, die zweite die denkende Natur in Erwägung zieht.

Eine jede Lehre, wenn sie ein System, d. i. ein nach Principien geordnetes Ganze der Erkenntniss sein soll, heisst Wissenschaft, und da jene Principien entweder Grundsätze der empirischen oder der der rationalen Verknüpfung der Erkenntnisse in einem Ganzen sein können, so würde auch die Naturwissenschaft, sie mag nun Körperlehre oder Seelenlehre sein, in historische oder rationale Naturwissenschaft eingetheilt werden müssen, wenn nur nicht das Wort Natur (weil dieses eine Ableitung des mannigfaltigen, zum Dasein der Dinge Gehörigen aus ihrem inneren Princip bezeichnet) eine

* Wesen ist das erste innere Princip alles dessen, was zur Möglichkeit eines Dinges gehört. Daher kann man den geometrischen Figuren (da in ihrem Begriffe nichts, was ein Dasein ausdrückte, gedacht wird), nur ein Wesen, nicht aber eine Natur beilegen.

Erkenntniss durch Vernunft von ihrem Zusammenhange nothwendig machte, wofern sie den Namen von Naturwissenschaft verdienen soll. Daher wird die Naturlehre besser in historische Naturlehre, welche nichts, als systematisch geordnete Facta der Naturdinge enthält (und wiederum aus Naturbeschreibung, als einem Klassensystem derselben nach Aehnlichkeiten, und Naturgeschichte, als einer systematischen Darstellung derselben in verschiedenen Zeiten und Oertern, bestehen würde), und Naturwissenschaft eingetheilt werden können. Die Naturwissenschaft würde nun wiederum entweder eigentlich oder uneigentlich sogenannte Naturwissenschaft sein, wovon die erstere ihren Gegenstand gänzlich nach Principien *a priori*, die zweite nach Erfahrungsgesetzen behandelt.

Eigentliche Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden, deren Gewissheit apodiktisch ist; Erkenntniss, die blos empirische Gewissheit enthalten kann, ist ein nur uneigentlich so genanntes Wissen. Dasjenige Ganze der Erkenntniss, was systematisch ist, kann schon darum Wissenschaft heissen, und, wenn die Verknüpfung der Erkenntniss in diesem System ein Zusammenhang von Gründen und Folgen ist, sogar rationale Wissenschaft. Wenn aber diese Gründe oder Principien in ihr, wie z. B. in der Chemie, doch zuletzt blos empirisch sind, und die Gesetze, aus denen die gegebenen Facta durch die Vernunft erklärt werden, blos Erfahrungsgesetze sind, so führen sie kein Bewusstsein ihrer Nothwendigkeit bei sich (sind nicht apodiktisch-gewiss), und alsdenn verdient das Ganze in strengem Sinne nicht den Namen einer Wissenschaft, und Chemie sollte daher eher systematische Kunst, als Wissenschaft heissen.

Eine rationale Naturlehre verdient also den Namen einer Naturwissenschaft nur alsdenn, wenn die Naturgesetze, die in ihr zum Grunde liegen, *a priori* erkannt werden und nicht blosse Erfahrungsgesetze sind. Man nennt eine Naturerkenntniss von der ersteren Art rein; die von der zweiten Art aber wird angewandte Vernunfterkenntniss genannt. Da das Wort Natur schon den Begriff von Gesetzen bei sich führt, dieser aber den Begriff der Nothwendigkeit aller Bestimmungen eines Dinges, die zu seinem Dasein gehören, bei sich führt, so sieht man leicht, warum Naturwissenschaft die Rechtmässigkeit dieser Benennung nur von einem reinen Theil derselben, der nämlich die Principien *a priori* aller übrigen Naturerklärungen enthält, ableiten müsse und nur kraft dieses reinen Theils eigentliche Wissenschaft sei, imgleichen, dass, nach Forderungen der Vernunft, jede Naturlehre zuletzt auf Naturwissenschaft hinausgehen und darin sich endigen müsse,

weil jene Nothwendigkeit der Gesetze dem Begriffe der Natur unzertrennlich anhängt und daher durchaus eingesehen sein will; daher die vollständigste Erklärung gewisser Erscheinungen aus chemischen Principien noch immer eine Unzufriedenheit zurücklässt, weil man von diesen, als zufälligen Gesetzen, die blos Erfahrung gelehrt hat, keine Gründe *a priori* anführen kann.

Alle eigentliche Naturwissenschaft bedarf also einen reinen Theil, auf dem sich die apodiktische Gewissheit, die die Vernunft in ihr sucht, gründen könne, und weil dieser, seinen Principien nach, in Vergleichung mit denen, die nur empirisch sind, ganz ungleichartig ist, so ist es zugleich von der grössten Zuträglichkeit, ja der Natur der Sache nach von unerlässlicher Pflicht in Ansehung der Methode, jenen Theil abgesondert und von dem andern ganz unbemengt, so viel möglich in seiner ganzen Vollständigkeit vorzutragen, damit man genau bestimmen könne, was die Vernunft für sich zu leisten vermag, und wo ihr Vermögen anhebt der Beihilfe der Erfahrungsprincipien nöthig zu haben. Reine Vernunfterkenntniss aus blossen Begriffen heisst reine Philosophie oder Metaphysik; dagegen wird die, welche nur auf der Construction der Begriffe, vermittelst Darstellung des Gegenstandes in einer Anschauung *a priori*, ihre Erkenntniss gründet Mathematik genannt.

Eigentlich so zu nennende Naturwissenschaft setzt zuerst Metaphysik der Natur voraus; denn Gesetze, d. i. Principien der Nothwendigkeit dessen, was zum Dasein eines Dinges gehört, beschäftigen sich mit einem Begriffe, der sich nicht construiren lässt, weil das Dasein in keiner Anschauung *a priori* dargestellt werden kann. Daher setzt eigentliche Naturwissenschaft Metaphysik der Natur voraus. Diese muss nun zwar jederzeit lauter Principien, die nicht empirisch sind, enthalten (denn darum führt sie eben den Namen einer Metaphysik), aber sie kann doch entweder sogar ohne Beziehung auf irgend ein bestimmtes Erfahrungsobject, mithin unbestimmt in Ansehung der Natur dieses oder jenen Dinges der Sinnenwelt, von den Gesetzen, die den Begriff einer Natur überhaupt möglich machen, handeln, und alsdenn ist es der transscendentale Theil der Metaphysik der Natur; oder sie beschäftigt sich mit einer besonderen Natur dieser oder jener Art Dinge, von denen ein empirischer Begriff gegeben ist, doch so, dass ausser dem, was in diesem Begriffe liegt, kein anderes empirisches Princip zur Erkenntniss derselben gebraucht wird, z. B. sie legt den empirischen Begriff einer Materie, oder eines denkenden Wesens zum Grunde und sucht den Umfang der Erkenntniss, deren

die Vernunft über diese Gegenstände *a priori* fähig ist, und da muss eine solche Wissenschaft noch immer eine Metaphysik der Natur, nämlich der körperlichen oder denkenden Natur heissen, aber es ist alsdenn keine allgemeine, sondern besondere metaphysische Naturwissenschaft (Physik und Psychologie), in der jene transscendentalen Principien auf die zwei Gattungen der Gegenstände unserer Sinne angewandt werden.

Ich behaupte aber, dass in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist. Denn nach dem Vorhergehenden erfordert eigentliche Wissenschaft, vornehmlich der Natur, einen reinen Theil, der dem empirischen zum Grunde liegt und der auf Erkenntniss der Naturdinge *a priori* beruht. Nun heisst etwas *a priori* erkennen, es aus seiner blossen Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit bestimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren blossen Begriffen erkannt werden; denn aus diesen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (dass er sich selbst nicht widerspreche), aber nicht des Objects, als Naturdinges, erkannt werden, welches ausser dem Gedanken (als existirend) gegeben werden kann. Also wird, um die Möglichkeit bestimmter Naturdinge, mithin um diese *a priori* zu erkennen, noch erfordert, dass die dem Begriffe correspondirende Anschauung *a priori* gegeben werde, d. i. dass der Begriff construirt werde. Nun ist die Vernunfterkenntniss durch Construction der Begriffe mathematisch. Also mag zwar eine reine Philosophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was den Begriff einer Natur im Allgemeinen ausmacht, untersucht, auch ohne Mathematik möglich sein, aber eine reine Naturlehre über bestimmte Naturdinge (Körperlehre und Seelenlehre) ist nur vermittelst der Mathematik möglich, und da in jeder Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen wird, als sich darin Erkenntniss *a priori* befindet, so wird Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewandt werden kann.

So lange also noch für die chemischen Wirkungen der Materien auf einander kein Begriff ausgefunden wird, der sich construiren lässt, d. i. kein Gesetz der Annäherung oder Entfernung der Theile angeben lässt, nach welchem etwa in Proportion ihrer Dichtigkeiten u. dgl. ihre Bewegungen sammt ihren Folgen sich im Raume *a priori* anschaulich machen und darstellen lassen (eine Forderung, die schwerlich jemals erfüllt werden wird), so kann Chemie nichts mehr, als systematische Kunst oder Experimentallehre, niemals aber eigentliche Wissen-

schaft werden, weil die Principien derselben blos empirisch sind und keine Darstellung *a priori* in der Anschauung erlauben, folglich die Grundsätze chemischer Erscheinungen ihrer Möglichkeit nach nicht im mindesten begreiflich machen, weil sie der Anwendung der Mathematik unfähig sind.

Noch weiter aber, als selbst Chemie, muss empirische Seelenlehre jederzeit von dem Range einer eigentlich so zu nennenden Naturwissenschaft entfernt bleiben, erstlich, weil Mathematik auf die Phänomene des inneren Sinnes und ihre Gesetze nicht anwendbar ist, man müsste denn allein das Gesetz der Stetigkeit in dem Abflusse der inneren Veränderungen desselben in Anschlag bringen wollen, welches aber eine Erweiterung der Erkenntniss sein würde, die sich zu der, welche die Mathematik der Körperlehre verschafft, ungefähr so verhalten würde, wie die Lehre von den Eigenschaften der geraden Linie zur ganzen Geometrie. Denn die reine innere Anschauung, in welcher die Seelenerscheinungen construirt werden sollen, ist die Zeit, die nur eine Dimension hat. Aber auch nicht einmal als systematische Zergliederungskunst oder Experimentallehre kann sie der Chemie jemals nahe kommen, weil sich in ihr das Mannigfaltige der inneren Beobachtung nur durch blosse Gedankentheilung von einander absondern, nicht aber abgesondert aufbehalten und beliebig wiederum verknüpfen, noch weniger aber ein anderes denkendes Subject sich unseren Versuchen, der Absicht angemessen, von uns unterwerfen lässt, und selbst die Beobachtung an sich schon den Zustand des beobachteten Gegenstandes alterirt und verstellt. Sie kann daher niemals etwas mehr als eine historische, und, als solche, so viel möglich systematische Naturlehre des inneren Sinnes, d. i. eine Naturbeschreibung der Seele, aber nicht Seelenwissenschaft, ja nicht einmal psychologische Experimentallehre werden; welches denn auch die Ursache ist, weswegen wir uns zum Titel dieses Werks, welches eigentlich die Grundsätze der Körperlehre enthält, dem gewöhnlichen Gebrauche gemäss des allgemeinen Namens der Naturwissenschaft bedient haben, weil ihr diese Benennung im eigentlichen Sinne allein zukommt und also hiedurch keine Zeideutigkeit veranlasst wird.

Damit aber die Anwendung der Mathematik auf die Körperlehre, die durch sie allein Naturwissenschaft werden kann, möglich werde so müssen Principien der Construction der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, vorangeschickt werden; mithin wird eine vollständige Zergliederung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden müssen, welches ein

Geschäft der reinen Philosophie ist, die zu dieser Absicht sich keiner besonderen Erfahrungen, sondern nur dessen, was sie im abgesonderten (obzwar an sich empirischen) Begriffe selbst antrifft, in Beziehung auf die reinen Anschauungen im Raume und der Zeit (nach Gesetzen, welche schon dem Begriffe der Natur überhaupt wesentlich anhängen), bedient, mithin eine wirkliche Metaphysik der körperlichen Natur ist.

Alle Naturphilosophen, welche in ihrem Geschäfte mathematisch verfahren wollten, haben sich daher jederzeit (obschon sich selbst unbewusst), metaphysischer Principien bedient und bedienen müssen, wenn sie sich gleich sonst wider allen Anspruch der Metaphysik auf ihre Wissenschaft feierlich verwahrten. Ohne Zweifel verstanden sie unter der letzteren den Wahn, sich Möglichkeiten nach Belieben auszudenken und mit Begriffen zu spielen, die sich in der Anschauung vielleicht gar nicht darstellen lassen und keine andere Beglaubigung ihrer objectiven Realität haben, als dass sie blos mit sich selbst nicht im Widerspruche stehen. Alle wahre Metaphysik ist aus dem Wesen des Denkungsvermögens selbst genommen, und keineswegs darum erdichtet, weil sie nicht von der Erfahrung entlehnt ist, sondern enthält die reinen Handlungen des Denkens, mithin Begriffe und Grundsätze *a priori*, welche das Mannigfaltige empirischer Vorstellungen allererst in die gesetzmässige Verbindung bringt, dadurch es empirisches **Erkenntniss**, d. i. Erfahrung werden kann. So konnten also jene mathematischen Physiker metaphysischer Principien gar nicht entbehren, und unter diesen auch nicht solcher, welche den Begriff ihres eigentlichen Gegenstandes, nämlich der Materie, *a priori* zur Anwendung auf äussere Erfahrung tauglich machen, als des Begriffs der Bewegung, der Erfüllung des Raums, der Trägheit u. s. w. Darüber aber blos empirische Grundsätze gelten zu lassen, hielten sie mit Recht der apodiktischen Gewissheit, die sie ihren Naturgesetzen geben wollten, gar nicht gemäss, daher sie solche lieber postulirten, ohne nach ihren Quellen *a priori* zu forschen.

Es ist aber von der grössten Wichtigkeit, zum Vorteil der Wissenschaften ungleichartige Principien von einander zu scheiden, jede in ein besonderes System zu bringen, damit sie eine Wissenschaft ihrer eigenen Art ausmachen, um dadurch die Ungewissheit zu verhüten, die aus der Vermengung entspringt, da man nicht wohl unterscheiden kann, welcher von beiden theils die Schranken, theils auch die Verirrungen, die sich im Gebrauche derselben zutragen möchten, beizumessen sein dürften. Um deswillen habe ich für nöthig gehalten, von

dem reinen Theile der Naturwissenschaft (*physica generalis*), wo metaphysische und mathematische Constructionen durch einander zu laufen pflegen, die ersteren, und mit ihnen zugleich die Principien der Construction dieser Begriffe, also der Möglichkeit einer mathematischen Naturlehre selbst, in einem System darzustellen. Diese Absonderung hat, ausser dem schon erwähnten Nutzen, den sie schafft, noch einen besonderen Reiz, den die Einheit der Erkenntniss bei sich führt, wenn man verhütet, dass die Grenzen der Wissenschaften nicht in einander laufen, sondern ihre gehörig abgetheilten Felder einnehmen.

Es kann noch zu einem zweiten Anpreisungsgrunde dieses Verfahrens dienen, dass in allem, was Metaphysik heisst, die absolute Vollständigkeit der Wissenschaften gehofft werden kann, dergleichen man sich in keiner andern Art von Erkenntnissen versprechen darf, mithin eben so, wie in der Metaphysik der Natur überhaupt, also auch hier die Vollständigkeit der Metaphysik der körperlichen Natur zuversichtlich erwartet werden kann; wovon die Ursache ist, dass in der Metaphysik der Gegenstand nur, wie er blos nach den allgemeinen Gesetzen des Denkens, in anderen Wissenschaften aber, wie er nach *datis* der Anschauung (der reinen sowohl, als empirischen) vorgestellt werden muss, betrachtet wird, da denn jene, weil der Gegenstand in ihr jederzeit mit allen nothwendigen Gesetzen des Denkens verglichen werden muss, eine bestimmte Zahl von Erkenntnissen geben muss, die sich völlig erschöpfen lässt, diese aber, weil sie eine unendliche Mannigfaltigkeit von Anschauungen (reinen oder empirischen), mithin Objecten des Denkens darbieten, niemals zur absoluten Vollständigkeit gelangen, sondern ins Unendliche erweitert werden können; wie reine Mathematik und empirische Naturlehre. Auch glaube ich diese metaphysische Körperlehre so weit, als sie sich immer nur erstreckt, vollständig erschöpft, dadurch aber doch eben kein grosses Werk zu Stande gebracht zu haben.

Das Schema aber zur Vollständigkeit eines metaphysischen Systems, es sei der Natur überhaupt oder der körperlichen Natur insbesondere, ist die Tafel der Kategorien*. Denn mehr gibt es nicht reine Ver-

---

* Nicht wider diese Tafel der reinen Verstandesbegriffe, sondern die daraus gezogenen Schlüsse auf die Grenzbestimmung des ganzen reinen Vernunftvermögens, mithin auch aller Metaphysik, finde ich in der allgem. Litt. Zeit. (1785) Nr. 295, in der Recension der *Institutiones Logicae et Metaph.* des Herrn Prof. ULRICH Zweifel, in welchen der tiefforschende Recensent mit seinem nicht minder prüfenden Verfasser übereinzukommen sich erklärt, und zwar Zweifel, die, weil sie gerade das Hauptfundament meines in der Kritik aufgestellten Systems treffen

standesbegriffe, die die Natur der Dinge betreffen können. Unter die vier Klassen derselben, die der Grösse, der Qualität, der Re-

---

sollen, Ursache wären, dass dieses in Ansehung seines Hauptzieles noch lange nicht diejenige apodiktische Ueberzeugung bei sich führe, welche zur Abnöthigung einer uneingeschränkten Annahme erforderlich ist; dieses Hauptfundament sei meine, theils dort, theils in den Prolegomenen vorgetragene Deduction der reinen Verstandesbegriffe, die aber in dem Theile der Kritik, welcher gerade der hellste sein müsste, am meisten dunkel wäre, oder wohl gar sich im Zirkel herumdrehte etc. Ich richte meine Beantwortung dieser Einwürfe nur auf den Hauptpunkt derselben, dass nämlich ohne eine ganz klare und genugthuende Deduction der Kategorien das System der Kritik der reinen Vernunft in seinem Fundamente wanke. Dagegen behaupte ich, dass für denjenigen, der meine Sätze von der Sinnlichkeit aller unserer Anschauung und der Zulänglichkeit der Tafel der Kategorien, als von den logischen Funktionen in Urtheilen überhaupt entlehnter Bestimmungen unseres Bewusstseins, unterschreibt (wie dieses denn der Recensent thut), das System der Kritik apodiktische Gewissheit bei sich führen müsse, weil dieses auf dem Satze erbaut ist, dass der ganze speculative Gebrauch unserer Vernunft niemals weiter, als auf Gegenstände möglicher Erfahrung, reiche. Denn wenn bewiesen werden kann, dass die Kategorien, deren sich die Vernunft in allem ihrem Erkenntniss bedienen muss, gar keinen anderen Gebrauch, als blos in Beziehung auf Gegenstände der Erfahrung haben können (dadurch dass sie in dieser blos die Form des Denkens möglich machen), so ist die Beantwortung der Frage: wie sie solche möglich machen, zwar wichtig genug, um diese Deduction, wo möglich, zu vollenden, aber in Beziehung auf den Hauptzweck des Systems, nämlich die Grenzbestimmung der reinen Vernunft, keineswegs nothwendig, sondern blos verdienstlich. Denn in dieser Absicht ist die Deduction schon alsdenn weit genug geführt, wenn sie zeigt, dass gedachte Kategorien nichts Anderes, als blosse Formen der Urtheile sind, sofern sie auf Anschauungen (die bei uns immer nur sinnlich sind), angewandt werden, dadurch aber allererst Objecte bekommen und Erkenntnisse werden; weil dieses schon hinreicht, das ganze System der eigentlichen Kritik darauf mit völliger Sicherheit zu gründen. So steht NEWTON'S System der allgemeinen Gravitäten fest, ob es gleich die Schwierigkeit bei sich führt, dass man nicht erklären kann, wie Anziehung in die Ferne möglich sei; aber Schwierigkeiten sind nicht Zweifel. Dass nun jenes Hauptfundament auch ohne vollständige Deduktion der Kategorien fest stehe, beweise ich aus dem Zugestandenen also:

1. zugestanden: dass die Tafel der Kategorien alle reinen Verstandesbegriffe vollständig enthalte, und eben so alle formalen Verstandeshandlungen in Urtheilen, von welchen sie abgeleitet und auch in nichts unterschieden sind, als dass durch den Verstandesbegriff ein Object in Ansehung einer oder der andern Function der Urtheile als bestimmt gedacht wird; (z. B. so wird in dem kategorischen Urtheile: der Stein ist hart, der Stein für Subject und hart als Prädicat gebraucht, so doch, dass es dem Verstande unbenommen bleibt, die logische Function dieser Begriffe umzutauschen und zu sagen: einiges Harte ist ein Stein; dagegen, wenn ich es mir im Objecte als bestimmt vorstelle,

lation und endlich der Modalität, müssen sich auch alle Bestimmungen des allgemeinen Begriffs einer Materie überhaupt, mithin

---

dass der Stein in jeder möglichen Bestimmung eines Gegenstandes, nicht des blossen Begriffs, nur als Subject, die Härte aber nur als Prädicat gedacht werden müsse, dieselben logischen Functionen nun reine Verstandesbegriffe von Objecten, nämlich als Substanz und Accidens, werden);

2. zugestanden: dass der Verstand durch seine Natur synthetische Grundsätze *a priori* bei sich führe, durch die er alle Gegenstände, die ihm gegeben werden mögen, jenen Kategorien unterwirft, mithin es auch Anschauungen *a priori* geben müsse, welche die zur Anwendung jener reinen Verstandesbegriffe erforderlichen Bedingungen enthalten, weil ohne Anschauung kein Object, in Ansehung dessen die logische Function als Kategorie bestimmt werden könnte, mithin auch keine Erkenntniss irgend eines Gegenstandes, und also auch ohne reine Anschauung kein Grundsatz, der sie *a priori* in dieser Absicht bestimmte, stattfindet;

3. zugestanden: dass diese reinen Anschauungen niemals etwas Anderes, als blosse Formen der Erscheinungen äusserer oder des inneren Sinnes (Raum und Zeit), folglich nur allein der Gegenstände möglicher Erfahrungen sein können:

so folgt: dass aller Gebrauch der reinen Vernunft niemals worauf anders, als auf Gegenstände der Erfahrung gehen könne, und, weil in Grundsätzen *a priori* nichts Empirisches die Bedingung sein kann, sie nichts weiter, als Principien der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt sein können. Dieses allein ist das wahre und hinlängliche Fundament der Grenzbestimmung der reinen Vernunft, aber nicht die Auflösung der Aufgabe: wie nun Erfahrung vermittelst jener Kategorien und nur allein durch dieselben möglich sei. Die letztere Aufgabe, obgleich auch ohne sie das Gebäude fest steht, hat indessen grosse Wichtigkeit, und, wie ich es jetzt einsehe, eben so grosse Leichtigkeit, da sie beinahe durch einen einzigen Schluss aus der genau bestimmten Definition eines Urtheils überhaupt (einer Handlung, durch die gegebene Vorstellungen zuerst Erkenntnisse eines Objects werden), verrichtet werden kann. Die Dunkelheit, die in diesem Theile der Deduction meinen vorigen Verhandlungen anhängt, und die ich nicht in Abrede ziehe, ist dem gewöhnlichen Schicksale des Verstandes im Nachforschen beizumessen, dem der kürzeste Weg gemeiniglich nicht der erste ist, den er gewahr wird. Daher ich die nächste Gelegenheit ergreifen werde, diesen Mangel (welcher auch nur die Art der Darstellung, nicht den dort schon richtig angegebenen Erklärungsgrund betrifft), zu ergänzen, ohne dass der scharfsinnige Recensent in die ihm gewiss selbst unangenehm fallende Nothwendigkeit versetzt werden darf, wegen der befremdlichen Einstimmung der Erscheinungen zu den Verstandesgesetzen, ob diese gleich von jenen ganz verschiedene Quellen haben, zu einer prästabilirten Harmonie seine Zuflucht zu nehmen; einem Rettungsmittel, welches weit schlimmer wäre, als das Uebel dawider es helfen soll, und das dagegen doch wirklich nichts helfen kann. Denn auf diese kommt doch jene objective Nothwendigkeit nicht heraus, welche die reinen Verstandesbegriffe (und die Grundsätze ihrer Anwendung auf Erscheinungen) charakterisirt, z. B. in dem Begriffe der Ursache in Verknüpfung

auch alles, was *a priori* von ihr gedacht, was in der mathematischen Construction dargestellt, oder in der Erfahrung, als bestimmter Gegenstand derselben gegeben werden mag, bringen lassen. Mehr ist hier nicht zu thun, zu entdecken oder hinzuzusetzen, sondern allenfalls, wo in der Deutlichkeit oder Gründlichkeit gefehlt sein möchte, es besser zu machen.

Der Begriff der Materie musste daher durch alle vier genannten Functionen der Verstandesbegriffe (in vier Hauptstücken) durchgeführt werden, in deren jedem eine neue Bestimmung desselben hinzukam. Die Grundbestimmung eines Etwas, das ein Gegenstand äusserer Sinne sein soll, musste Bewegung sein; denn dadurch allein können diese Sinne afficirt werden. Auf diese führt auch der Verstand alle übrigen Prädicate der Materie, die zu ihrer Natur gehören, zurück, und so ist die Naturwissenschaft durchgängig eine entweder reine oder angewandte Bewegungslehre. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft sind also unter vier Hauptstücke zu bringen, deren erstes die Bewegung als ein reines Quantum, nach seiner Zusammensetzung, ohne alle Qualität des Beweglichen betrachtet und **Phoronomie** genannt werden kann, das zweite sie als zur Qualität der Materie gehörig, unter dem Namen einer ursprünglich bewegenden Kraft, in Erwägung zieht und daher **Dynamik** heisst, das dritte die Materie mit dieser Qualität durch ihre eigene Bewegung gegen einander in Relation betrachtet und unter dem Namen **Mechanik** vorkommt, dass vierte aber ihre Bewegung oder Ruhe blos in Beziehung auf die Vorstellungsart oder Modalität, mithin als Erscheinung äusserer Sinne bestimmt und **Phänomenologie** genannt wird.

Aber ausser jener inneren Nothwendigkeit, die metaphysischen Anfangsgründe der Körperlehre nicht allein von der Physik, welche empirische Principien braucht, sondern selbst von den rationalen

---

mit der Wirkung, sondern alles bleibt blos subjectiv-nothwendige, objectiv aber blos zufällige Zusammenstellung, gerade wie es HUME will, wenn er sie blosse Täuschung aus Gewohnheit nennt. Auch kann kein System in der Welt diese Nothwendigkeit wo anders herleiten, als aus den *a priori* zum Grunde liegenden Principien der Möglichkeit des Denkens selbst, wodurch allein die Erkenntniss der Objecte, deren Erscheinung uns gegeben ist, d. i. Erfahrung möglich wird, und gesetzt, die Art, **wie** Erfahrung dadurch allererst möglich werde, könnte niemals hinreichend erklärt werden, so bleibt es doch unwidersprechlich gewiss, **dass** sie blos durch jene Begriffe möglich, und jene Begriffe umgekehrt auch in keiner anderen Beziehung, als auf Gegenstände der Erfahrung einer Bedeutung und irgend eines Gebrauchs fähig sind.

Prämissen derselben, die den Gebrauch der Mathematik in ihr betreffen, abzusondern, ist noch ein äusserer, zwar nur zufälliger, aber gleichwohl wichtiger Grund da, ihre ausführliche Bearbeitung von dem allgemeinen System der Metaphysik abzutrennen und sie als ein besonderes Ganze systematisch darzustellen. Denn wenn es erlaubt ist, die Grenzen einer Wissenschaft nicht blos nach der Beschaffenheit des Objects und der specifischen Erkenntnissart desselben, sondern auch nach dem Zwecke, den man mit der Wissenschaft selbst zum anderweitigen Gebrauche vor Augen hat, zu zeichnen, und sich findet, dass Metaphysik so viel Köpfe bisher nicht darum beschäftigt hat und sie ferner beschäftigen wird, um Naturkenntnisse dadurch zu erweitern (welches viel leichter und sicherer durch Beobachtung, Experiment und Anwendung der Mathematik auf äussere Erscheinungen geschieht), sondern um zur Erkenntniss dessen, was gänzlich über alle Grenzen der Erfahrung hinausliegt, von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit zu gelangen; so gewinnt man in Beförderung dieser Absicht, wenn man sie von einem, zwar aus ihrer Wurzel sprossenden aber doch ihrem regelmässigem Wuchse nur hinderlichen Sprösslinge befreit, diesen besonders pflanzt, ohne dennoch dessen Abstammung aus jener zu verkennen und sein völliges Gewächs aus dem System der allgemeinen Metaphysik wegzulassen. Dieses thut der Vollständigkeit der letzteren keinen Abbruch und erleichtert doch den gleichförmigen Gang dieser Wissenschaft zu ihrem Zwecke, wenn man in allen Fällen, wo man der allgemeinen Körperlehre bedarf, sich nur auf das abgesonderte System derselben berufen darf, ohne jenes grössere mit diesem anzuschwellen. Es ist auch in der That sehr merkwürdig (kann aber hier nicht ausführlich vor Augen gelegt werden), dass die allgemeine Metaphysik in allen Fällen, wo sie Beispiele (Anschauungen) bedarf, um ihren reinen Verstandesbegriffen Bedeutung zu verschaffen, diese jederzeit aus der allgemeinen Körperlehre, mithin von der Form und den Principien der äusseren Anschauung hernehmen müsse, und, wenn diese nicht vollendet darliegen, unter lauter sinnleeren Begriffen unstät und schwankend herumtappe. Daher die bekannten Streitigkeiten, wenigstens die Dunkelheit in den Fragen über die Möglichkeit eines Widerstreits der Realitäten, die der intensiven Grösse u. a. m., bei welchen der Verstand nur durch Beispiele aus der körperlichen Natur belehrt wird, welches die Bedingungen sind, unter denen jene Begriffe allein objective Realität, d. i. Bedeutung und Wahrheit haben können. Und so thut eine abgesonderte Metaphysik der körperlichen Natur der allgemeinen vortreffliche und

unentbehrliche Dienste, indem sie Beispiele (Fälle in Concreto) herbeischafft, die Begriffe und Lehrsätze der letzteren (eigentlich der Transscendentalphilosophie) zu realisiren, d. i. einer blossen Gedankenform Sinn und Bedeutung unterzulegen.

Ich habe in dieser Abhandlung die mathematische Methode, wenngleich nicht mit aller Strenge befolgt (wozu mehr Zeit erforderlich gewesen wäre, als ich darauf zu verwenden hätte), dennoch nachgeahmt, nicht um ihr durch ein Gepränge von Gründlichkeit besseren Eingang zu verschaffen, sondern weil ich glaube, dass ein solches System deren wohl fähig sei und diese Vollkommenheit auch mit der Zeit von geschickterer Hand wohl erlangen könne, wenn durch diesen Entwurf veranlasst, mathematische Naturforscher es nicht unwichtig finden sollten, den metaphysischen Theil, dessen sie ohnedem nicht entübrigt sein können, in ihrer allgemeinen Physik als einen besonderen Grundtheil zu behandeln und mit der mathematischen Bewegungslehre in Vereinigung zu bringen.

NEWTON sagt in der Vorrede zu seinen mathematischen Grundlehren der Naturwissenschaft (nachdem er angemerkt hatte, dass die Geometrie von den mechanischen Handgriffen, die sie postulirt, nur zweier bedürfe, nämlich eine gerade Linie und einen Zirkel zu beschreiben): die Geometrie ist stolz darauf, dass sie mit so Wenigem, was sie anderwärts hernimmt, so viel zu leisten vermag.* Von der Metaphysik könnte man dagegen sagen: sie steht bestürzt, dass sie mit so Vielem, als ihr die reine Mathematik darbietet, doch nur so wenig ausrichten kann. Indessen ist doch dieses Wenige etwas, das selbst die Mathematik in ihrer Anwendung auf Naturwissenschaft unumgänglich braucht, die sich also, da sie hier von der Metaphysik notwendig borgen muss, auch nicht schämen darf, sich mit ihr in Gemeinschaft sehen zu lassen.

---

* Gloriatur geometria, quod tam paucis principiis aliunde petitis tam multa praestet. *Newton Princ. Phil. Nat. Math. Praefat.*

Erstes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der

Phoronomie.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche im Raume. Der Raum, der selbst beweglich ist, heisst der materielle oder auch der relative Raum; der, in welchem alle Bewegung zuletzt gedacht werden muss (der mithin selbst schlechterdings unbeweglich ist), heisst der reine oder auch absolute Raum.

Anmerkung 1.

Da in der Phoronomie von nichts, als Bewegung geredet werden soll, so wird dem Subject derselben, nämlich der Materie, hier keine andere Eigenschaft beigelegt, als die Beweglichkeit. Sie selbst kann also so lange auch für einen Punkt gelten, und man abstrahirt in der Phoronomie von aller innern Beschaffenheit, mithin auch der Grösse des Beweglichen, und hat es nur mit der Bewegung und dem, was in dieser als Grösse betrachtet werden kann (Geschwindigkeit und Richtung), zu thun. — Wenn gleichwohl der Ausdruck eines Körpers hier bisweilen gebraucht werden sollte, so geschieht es nur, um die Anwendung der Principien der Phoronomie auf die noch folgenden bestimmteren Begriffe der Materie gewissermassen zu anticipiren, damit der Vortrag weniger abstract und fasslicher sei.

Anmerkung 2.

Wenn ich den Begriff der Materie nicht durch ein Prädicat, was ihr selbst als Object zukommt, sondern nur durch das Verhältniss zum Erkenntnissvermögen, in welchem mir die Vorstellung allererst gegeben werden kann, erklären soll, so ist Materie ein jeder Gegenstand äusserer Sinne, und dieses wäre die blos metaphysische Erklärung derselben. Der Raum aber wäre blos die Form aller äusseren sinnlichen Anschauung (ob ebendieselbe auch dem äusseren Object, das wir Materie nennen, an sich selbst zukomme, oder nur in der Beschaffenheit unseres Sinnes bleibe, davon ist hier gar nicht die Frage). Die Materie wäre im Gegensatz der Form das, was in der äusseren Anschauung ein Gegenstand der Empfindung ist, folglich das eigentlich Empirische der sinnlichen und äusseren Anschauung, weil es gar nicht *a priori* gegeben werden kann. In aller Erfahrung muss etwas empfunden werden, und das ist das Reale der sinnlichen Anschauung; folglich muss auch der Raum, in welchem wir über die Bewegungen Erfahrung anstellen sollen, empfindbar, d. i. durch das, was empfunden werden kann, bezeichnet sein, und dieser, als der Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung und selbst ein Object derselben, heisst der empirische Raum. Dieser aber, als materiell, ist selbst beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn seine Bewegung soll wahrgenommen werden können, setzt wiederum einen anderen erweiterteren materiellen Raum voraus, in welchem er beweglich ist, dieser ebensowohl einen andern und so forthin ins Unendliche.

Also ist alle Bewegung, die ein Gegenstand der Erfahrung ist, blos relativ; der Raum, in dem sie wahrgenommen wird, ist ein relativer Raum, der selbst wiederum und vielleicht in entgegengesetzter Richtung in einem erweiterten Raume sich bewegt, mithin auch die in Beziehung auf den ersteren bewegte Materie in Verhältniss auf den zweiten Raum ruhig genannt werden kann; und diese Abänderungen des Begriffs der Bewegungen gehen mit der Veränderung des relativen Raumes so ins Unendliche fort. Einen absoluten Raum, d. i. einen solchen, der, weil er nicht materiell ist, auch kein Gegenstand der Erfahrung sein kann, als für sich gegeben annehmen, heisst etwas, das weder an sich, noch in seinen Folgen (der Bewegung im absoluten Raum) wahrgenommen werden kann, um der Möglichkeit der Erfahrung willen annehmen, die doch jederzeit ohne ihn angestellt werden muss. Der absolute Raum ist also an sich nichts und gar kein Object, sondern bedeutet nur einen jeden anderen relativen Raum, den ich mir ausser dem gegebenen jederzeit denken kann, und den ich nur über jeden gegebenen ins Unendliche hinausrücke,

als einen solchen, der diesen einschliesst und in welchem ich den ersteren als bewegt annehmen kann. Weil ich den erweiterten, obgleich immer noch materiellen Raum nur in Gedanken habe und mir von der Materie, die ihn bezeichnet, nichts bekannt ist, so abstrahire ich von dieser, und er wird daher wie ein reiner, nicht empirischer und absoluter Raum vorgestellt, mit dem ich jeden empirischen vergleichen und diesen in ihm als beweglich vorstellen kann, der also jederzeit als unbeweglich gilt. Ihn zum wirklichen Dinge zu machen, heisst die logische Allgemeinheit irgend eines Raumes, mit dem ich jeden empirischen als darin eingeschlossen vergleichen kann, in eine physische Allgemeinheit des wirklichen Umfanges verwechseln, und die Vernunft in ihrer Idee missverstehen.

Schliesslich merke ich noch an, dass, da die Beweglichkeit eines Gegenstandes im Raum *a priori* und ohne Belehrung durch Erfahrung nicht erkannt werden kann, sie von mir eben darum in der Kritik der reinen Vernunft auch nicht unter die reinen Verstandesbegriffe gezählt werden konnte, und dass dieser Begriff als empirisch, nur in einer Naturwissenschaft, als angewandter Metaphysik, welche sich mit einem durch Erfahrung gegebenen Begriffe, obwohl nach Principien *a priori*, beschäftigt, Platz finden könne.

Erklärung 2.

Bewegung eines Dinges ist die Veränderung der äusseren Verhältnisse desselben zu einem gegebenen Raum.

Anmerkung 1.

Vorher habe ich dem Begriffe der Materie schon den Begriff der Bewegung zum Grunde gelegt. Denn da ich denselben selbst unabhängig vom Begriffe der Ausdehnung bestimmen wollte, und die Materie also auch in einem Punkte betrachten konnte, so durfte ich einräumen, dass man sich daselbst der gemeinen Erklärung der Bewegung als Veränderung des Orts bediente. Jetzt, da der Begriff einer Materie allgemein, mithin auch auf bewegte Körper passend, erklärt werden soll, so reicht jene Definition nicht zu. Denn der Ort eines jeden Körpers ist ein Punkt. Wenn man die Weite des Mondes von der Erde bestimmen will, so will man die Entfernung ihrer Oerter wissen, und zu diesem Ende misst man nicht von einem beliebigen Punkte der Oberfläche oder des Inwendigen der Erde zu jedem beliebigen Punkte des Mondes, sondern nimmt die kürzeste Linie vom Mittelpunkte des einen zum Mittelpunkte des andern,

mithin ist von jedem dieser Körper nur ein Punkt, der seinen Ort ausmacht. Nun kann sich ein Körper bewegen, ohne seinen Ort zu verändern, wie die Erde, indem sie sich um ihre Achse dreht. Aber ihr Verhältniss zum äusseren Raume verändert sich hierbei doch; denn sie kehrt z. B. in 24 Stunden dem Monde ihre verschiedenen Seiten zu, woraus denn auch allerlei wandelbare Wirkungen auf der Erde erfolgen. Nur von einem beweglichen d. i. physischen Punkte kann man sagen: Bewegung sei jederzeit Veränderung des Orts. Man könnte wider diese Erklärung erinnern, dass die innere Bewegung, z. B. einer Gährung, nicht in ihr mit eingeschlossen sei; aber das Ding, was man bewegt nennt, muss sofern als Einheit betrachtet werden. Die Materie, als z. B. ein Fass Bier ist bewegt, bedeutet also etwas anderes, als das Bier im Fasse ist in Bewegung. Die Bewegung eines Dinges ist mit der Bewegung in diesem Dinge nicht einerlei, von der ersteren aber ist hier nur die Rede. Dieses Begriffes Anwendung aber auf den zweiten Fall ist nachher leicht.

Anmerkung 2.

Die Bewegungen können drehend (ohne Veränderung des Orts) oder fortschreitend, diese aber entweder den Raum erweiternd, oder auf einen gegebenen Raum eingeschränkte Bewegungen sein. Von der ersteren Art sind die geradlinigten, oder auch krummlinigten, in sich nicht zurückkehrenden Bewegungen. Die von der zweiten sind die in sich zurückkehrenden. Die letzteren sind wiederum entweder circulirende oder oscillirende, d. i. Kreis- oder schwankende Bewegungen. Die ersteren legen ebendenselben Raum immer in derselben Richtung, die zweiten immer wechselsweise in entgegengesetzter Richtung zurück, wie schwankende Penduln. Zu beiden gehört noch Bebung *(motus tremulus)*, welche nicht eine fortschreitende Bewegung eines Körpers, dennoch aber eine reciprocirende Bewegung einer Materie ist, die dabei ihre Stelle im Ganzen nicht verändert, wie die Zitterungen einer geschlagenen Glocke, oder die Bebungen einer durch den Schall in Bewegung gesetzten Luft. Ich thue dieser verschiedenen Arten der Bewegung blos darum in einer Phoronomie Erwähnung, weil man bei allen, die nicht fortschreitend sind, sich des Wortes Geschwindigkeit gemeiniglich in anderer Bedeutung bedient, als bei den fortschreitenden, wie die folgende Anmerkung zeigt.

Anmerkung 3.

In jeder Bewegung sind Richtung und Geschwindigkeit die beiden Momente der Erwägung derselben, wenn man von allen anderen Eigen-

schaften des Beweglichen abstrahirt. Ich setze hier die gewöhnliche Definition beider voraus; allein die der Richtung bedarf noch verschiedener Einschränkungen. Ein im Kreise bewegter Körper verändert seine Richtung continuirlich, so, dass er bis zu seiner Rückkehr zum Punkte, von dem er ausging, alle in einer Fläche nur möglichen Richtungen eingeschlagen ist, und doch sagt man: er bewege sich immer in derselben Richtung, z. B. der Planet von Abend gegen Morgen.

Allein, was ist hier die Seite, nach der die Bewegung gerichtet ist? eine Frage, die mit der eine Verwandtschaft hat, worauf beruht der innere Unterschied der Schnecken, die sonst ähnlich und sogar gleich, aber davon eine Species rechts, die andere links gewunden ist; oder des Windens der Schwertbohnen und des Hopfens, deren die erstere wie ein Pfropfenzieher, oder, wie die Seeleute es ausdrücken würden, wider die Sonne, der andere mit der Sonne um ihre Stange laufen? ein Begriff, der sich zwar construiren, aber, als Begriff, für sich durch allgemeine Merkmale und in der discursiven Erkenntnissart gar nicht deutlich machen lässt, und der in den Dingen selbst (z. B. an denen seltenen Menschen, bei denen die Leicheneröffnung alle Theile nach der physiologischen Regel mit andern Menschen einstimmig, nur alle Eingeweide links oder rechts, wider die gewöhnliche Ordnung versetzt fand) keinen erdenklichen Unterschied in den inneren Folgen geben kann und demnach ein wahrhafter mathematischer und zwar innerer Unterschied ist, womit der von dem Unterschiede zweier, sonst in allen Stücken gleichen, der Richtung nach aber verschiedenen Kreisbewegungen, obgleich nicht völlig einerlei, dennoch aber zusammenhängend ist. Ich habe anderwärts gezeigt, dass, da sich dieser Unterschied zwar in der Anschauung geben, aber gar nicht auf deutliche Begriffe bringen, mithin nicht verständlich erklären *(dari, non intelligi)* lässt, er einen guten bestätigenden Beweisgrund zu dem Satze abgebe: dass der Raum überhaupt nicht zu den Eigenschaften oder Verhältnissen der Dinge an sich selbst, die sich nothwendig auf objective Begriffe müssten bringen lassen, sondern blos zu der subjectiven Form unserer sinnlichen Anschauung von Dingen oder Verhältnissen, die uns nach dem, was sie an sich sein mögen, völlig unbekannt bleiben, gehöre. Doch dies ist eine Abschweifung von unserem jetzigen Geschäfte, in welchem wir den Raum ganz notwendig als Eigenschaft der Dinge, die wir in Betrachtung ziehen, nämlich körperlicher Wesen, behandeln müssen, weil diese selbst nur Erscheinungen äusserer Sinne sind und nur als solche hier erklärt zu werden bedürfen. Was den Begriff der Geschwindigkeit betrifft, so bekommt dieser Ausdruck im Gebrauche auch bisweilen eine abweichende Bedeutung. Wir sagen: die Erde dreht sich

geschwinder um ihre Achse, als die Sonne, weil sie es in kürzerer Zeit thut; obgleich die Bewegung der letzteren viel geschwinder ist. Der Blutumlauf eines kleinen Vogels ist viel geschwinder, als der eines Menschen, obgleich seine strömende Bewegung im ersteren ohne Zweifel weniger Geschwindigkeit hat, und so auch bei den Bebungen elastischer Materien. Die Kürze der Zeit der Wiederkehr, es sei der circulirenden oder oscillirenden Bewegung, macht den Grund dieses Gebrauchs aus, an welchem, wenn sonst nur die Missdeutung vermieden wird, man auch nicht unrecht thut. Denn diese blosse Vergrösserung der Eile in der Wiederkehr, ohne Vergrösserung der räumlichen Geschwindigkeit, hat ihre eigenen und sehr erheblichen Wirkungen in der Natur, worauf in dem Zirkellauf der Säfte der Thiere vielleicht noch nicht genug Rücksicht genommen worden. In der Phoronomie brauchen wir das Wort Geschwindigkeit blos in räumlicher Bedeutung: $C = \frac{S}{T}$.

Erklärung 3.

Ruhe ist die beharrliche Gegenwart *(praesentia perdurabilis)* an demselben Orte; beharrlich aber ist das, was eine Zeit hindurch existirt, d. i. dauert.

Anmerkung.

Ein Körper, der in Bewegung ist, ist in jedem Punkte der Linie, die er durchläuft, einen Augenblick. Es fragt sich nun, ob er darin ruhe, oder sich bewege. Ohne Zweifel wird man das Letztere sagen; denn er ist in diesem Punkte nur sofern, als er sich bewegt, gegenwärtig. Man nehme aber die Bewegung desselben so an: $\overset{A}{o}$——$\overset{B}{o}$ . . $\overset{a}{o}$, dass der Körper mit gleichförmiger Geschwindigkeit die Linie *AB* vorwärts und rückwärts von *B* nach *A* zurücklege, so dass, weil der Augenblick, da er in *B* ist, beiden Bewegungen gemein ist, die Bewegung von *A* nach *B* in $^1/_2$ Secunde, die von *B* nach *A* aber auch in $^1/_2$ Secunde, beide zusammen aber in einer ganzen Secunde zurückgelegt worden, so dass auch nicht der kleinste Theil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in *B* aufgewandt worden; so wird, ohne den mindesten Zuwachs dieser Bewegungen, die letztere, die in der Richtung *BA* geschah, in die nach der Richtung *Ba*, welches mit *AB* in einer geraden Linie liegt, verwandelt werden können, wo denn der Körper, indem er in *B* ist, darin nicht als ruhig, sondern als bewegt an-

gesehen werden muss. Er musste daher auch in der ersteren in sich selbst wiederkehrenden Bewegung in dem Punkte *B* als bewegt angesehen werden, welches aber unmöglich ist; weil, nach dem, was angenommen worden, es nur ein Augenblick ist, der zur Bewegung *AB* und zugleich zur gleichen Bewegung *BA* gehört, die der vorigen entgegengesetzt und mit ihr in einem und demselben Augenblicke verbunden ist, völligen Mangel der Bewegung, folglich, wenn dieser den Begriff der Ruhe ausmachte, auch in der gleichförmigen Bewegung *Aa* Ruhe des Körpers in jedem Punkte, z. B. in *B*, beweisen müsste, welches der obigen Behauptung widerspricht. Man stelle sich dagegen die Linie *AB* als über den Punkt *A* aufgerichtet vor, so dass ein Körper von *A* nach *B* steigend, nachdem er durch die Schwere im Punkte *B* seine Bewegung verloren hat, von *B* nach *A* eben so wiederum zurückfalle; so frage ich: ob der Körper in *B* als bewegt, oder als ruhig angesehen werden könne? Ohne Zweifel wird man sagen: als ruhig; weil ihm alle vorherige Bewegung genommen worden, nachdem er diesen Punkt erreicht hat, und hernach eine gleichmässige Bewegung zurück allererst folgen soll, folglich noch nicht da ist; der Mangel aber der Bewegung, wird man hinzusetzen, ist Ruhe. Aber in dem ersteren Falle einer angenommenen gleichförmigen Bewegung konnte die Bewegung *BA* auch nicht anders eintreten, als dadurch, dass vorher die Bewegung *AB* aufgehört hatte und die von *B* nach *A* noch nicht war, folglich, dass in *B* ein Mangel aller Bewegung, und, nach der gewöhnlichen Erklärung, Ruhe müsste angenommen werden; aber man durfte sie doch nicht annehmen, weil bei einer gegebenen Geschwindigkeit kein Körper in einem Punkte seiner gleichförmigen Bewegung als ruhend gedacht werden muss. Worauf beruht denn im zweiten Falle die Anmassung des Begriffs der Ruhe, da doch dieses Steigen und Fallen gleichfalls nur durch einen Augenblick von einander getrennt wird? Der Grund davon liegt darin, dass die letztere Bewegung nicht als gleichförmig mit gegebener Geschwindigkeit gedacht wird, sondern zuerst als gleichförmig verzögert nnd hernach als gleichförmig beschleunigt, so doch, dass die Geschwindigkeit im Punkte *B* nicht gänzlich, sondern nur bis zu einem Grade verzögert werde, der kleiner ist, als jede nur anzugebende Geschwindigkeit, mit welcher, wenn, anstatt zurückzufallen, die Linie seines Falles *BA* in die Richtung *Ba* gestellt, mithin der Körper immer noch als steigend betrachtet würde, er, als mit einem blossen Moment der Geschwindigkeit (der Widerstand der Schwere wird alsdann bei Seite gesetzt), in jeder noch so grossen anzugebenden Zeit gleichförmig doch nur einen Raum, der kleiner ist, als jeder anzugebende Raum, zurücklegen, mithin seinen Ort (für irgend eine mögliche Erfahrung) in alle Ewigkeit gar nicht verändern würde. Folglich

wird er in den Zustand einer dauernden Gegenwart an demselben Orte, d. i. der Ruhe, versetzt, ob sie gleich wegen der continuirlichen Einwirkung der Schwere, d. i. der Veränderung dieses Zustandes, sofort aufgehoben wird. In einem beharrlichen Zustande sein und darin beharren (wenn nichts Anderes ihn verrückt), sind zwei verschiedene Begriffe, deren einer dem andern keinen Abbruch thut. Also kann die Ruhe nicht durch den Mangel der Bewegung, der sich als $= 0$ gar nicht construiren lässt, sondern muss durch die beharrliche Gegenwart an demselben Orte erklärt werden, da denn dieser Begriff auch durch die Vorstellung einer Bewegung mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, eine endliche Zeit hindurch, construirt, mithin zu nachheriger Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft benutzt werden kann.

Erklärung 4.

Den Begriff einer zusammengesetzten Bewegung **construiren**, heisst eine Bewegung, sofern sie aus zweien oder mehreren gegebenen in einem Beweglichen vereinigt entspringt, *a priori* in der Anschauung darstellen.

Anmerkung.

Zur Construction der Begriffe wird erfordert, dass die Bedingung ihrer Darstellung nicht von der Erfahrung entlehnt sei, also auch nicht gewisse Kräfte voraussetze, deren Existenz nur von der Erfahrung abgeleitet werden kann, oder überhaupt, dass die Bedingung der Construction nicht selbst ein Begriff sein müsse, der gar nicht *a priori* in der Anschauung gegeben werden kann, wie z. B. der von Ursache und Wirkung, Handlung und Widerstand etc. Hier ist nun vorzüglich zu bemerken, dass Phoronomie durchaus zuerst Construction der Bewegungen überhaupt als Grössen, und, da sie die Materie blos als etwas Bewegliches, mithin an welchem gar auf keine Grösse derselben Rücksicht genommen wird, zum Gegenstande hat, diese Bewegungen allein als Grössen, sowohl ihrer Geschwindigkeit, als Richtung nach, und zwar ihrer Zusammensetzung nach *a priori* zu bestimmen habe. Denn so viel muss gänzlich *a priori* und zwar anschauend zum Behuf der angewandten Mathematik ausgemacht werden. Denn die Regeln der Verknüpfung der Bewegungen durch physische Ursachen, d. i. Kräfte, lassen sich, ehe die Grundsätze ihrer Zusammensetzung überhaupt vorher rein mathematisch zum Grunde gelegt worden, niemals gründlich vortragen.

Grundsatz.

Eine jede Bewegung, als Gegenstand einer möglichen Erfahrung, kann nach Belieben als Bewegung des Körpers in einem ruhigen Raume, oder als Ruhe des Körpers und dagegen Bewegung des Raumes in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit angesehen werden.

Anmerkung.

Von der Bewegung eines Körpers eine Erfahrung zu machen, dazu wird erfordert, dass nicht allein der Körper, sondern auch der Raum, darin er sich bewegt, Gegenstände der äussern Erfahrung, mithin materiell seien. Eine absolute Bewegung also, d. i. in Beziehung auf einen nicht materiellen Raum, ist gar keiner Erfahrung fähig und für uns also nichts (wenn man gleich einräumen wollte, der absolute Raum sei an sich etwas). Aber auch in aller relativen Bewegung kann der Raum selbst, weil er als materiell angenommen wird, wiederum als ruhig oder bewegt vorgestellt werden. Das Erstere geschieht, wenn mir über den Raum, in Beziehung auf welchen ich einen Körper als bewegt ansehe, kein mehr erweiterter und ihn einschliessender gegeben ist (wie wenn ich in der Cajüte eines Schiffs eine Kugel auf dem Tische bewegt sehe); das Zweite, wenn mir über diesen Raum hinaus noch ein anderer Raum, der ihn einschliesst (wie im genannten Falle das Ufer des Flusses), gegeben ist, da ich denn in Ansehung des letzteren den nächsten Raum (die Cajüte) als bewegt und den Körper selbst allenfalls als ruhig ansehen kann. Da es nun schlechterdings unmöglich ist, von einem empirisch gegebenen Raume, wie erweitert er auch sei, auszumachen, ob er nicht in Ansehung eines, in einem noch grösseren Umfange ihn einschliessenden Raumes selbst wiederum bewegt sei, oder nicht, so muss es aller Erfahrung und jeder Folge aus der Erfahrung völlig einerlei sein, ob ich einen Körper als bewegt, oder ihn als ruhig, den Raum aber in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit bewegt ansehen will. Noch mehr: da der absolute Raum für alle mögliche Erfahrung nichts ist, so sind auch die Begriffe einerlei, ob ich sage: ein Körper bewegt sich in Ansehung dieses gegebenen Raumes in dieser Richtung mit dieser Geschwindigkeit, oder ob ich ihn mir als ruhig denken, und dem Raum alles dieses, aber in entgegengesetzter Richtung, beilegen will. Denn ein jeder Begriff ist mit demjenigen, von dessem Unterschiede vom ersteren gar kein Beispiel mög-

lich ist, völlig einerlei und nur in Beziehung auf die Verknüpfung, die wir ihm im Verstande geben wollen, verschieden.

Auch sind wir gar nicht im Stande, in irgend einer Erfahrung einen festen Punkt anzugeben, in Beziehung auf welchen, was Bewegung und Ruhe absolut heissen sollte, bestimmt würde; denn alles, was uns auf die Art gegeben wird, ist materiell, also auch beweglich, und (da wir im Raume keine äusserste Grenze möglicher Erfahrung kennen), vielleicht auch wirklich bewegt, ohne dass wir diese Bewegung woran wahrnehmen können. — Von dieser Bewegung eines Körpers im empirischen Raume kann ich nun einen Theil der gegebenen Geschwindigkeit dem Körper, den andern dem Raume, aber in entgegengesetzter Richtung, geben, und die ganze mögliche Erfahrung in Ansehung der Folgen dieser zwei verbundenen Bewegungen ist völlig einerlei mit derjenigen, da ich den Körper mit der ganzen Geschwindigkeit allein bewegt, oder ihn als ruhig und den Raum mit derselben Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegt denke. Ich nehme hier aber alle Bewegungen als geradlinigt an. Denn was die krummlinigte betrifft, da es nicht in allen Stücken einerlei ist, ob ich den Körper (z. B. die Erde in ihrer täglichen Umdrehung) als bewegt, und den umgebenden Raum (den bestirnten Himmel) als ruhig, oder diesen als bewegt und jenen als ruhig anzusehen befugt bin, davon wird in der Folge besonders gehandelt werden.

In der Phoronomie also, wo ich die Bewegung eines Körpers nur mit dem Raume (auf dessen Ruhe oder Bewegung jener gar keinen Einfluss hat), in Verhältniss betrachte, ist es an sich ganz unbestimmt und beliebig, ob und wieviel ich Geschwindigkeit dem einen oder dem andern von der gegebenen Bewegung beilegen will; künftig in der Mechanik, da ein bewegter Körper in wirksamer Beziehung auf andere Körper im Raume seiner Bewegung betrachtet werden soll, wird dieses nicht mehr so völlig einerlei sein, wie es an seinem Orte gezeigt werden soll.

Erklärung 5.

Die Zusammensetzung der Bewegung ist die Vorstellung der Bewegung eines Punktes als einerlei mit zweien oder mehreren Bewegungen desselben zusammen verbunden.

Anmerkung.

In der Phoronomie, da ich die Materie durch keine andere Eigenschaft, als ihre Beweglichkeit kenne, mithin sie selbst nur als einen Punkt betrachten darf, kann die Bewegung nur als Beschreibung eines

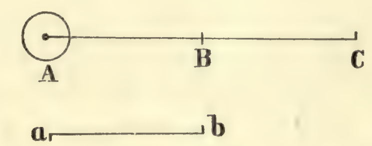
Raumes betrachtet werden, doch so, dass ich nicht blos, wie in der Geometrie, auf den Raum, der beschrieben wird, sondern auch auf die Zeit darin, mithin auf die Geschwindigkeit, womit ein Punkt den Raum beschreibt, Acht habe. Phoronomie ist also die reine Grössenlehre *(mathesis)* der Bewegungen. Der bestimmte Begriff von einer Grösse ist der Begriff der Erzeugung der Vorstellung eines Gegenstandes durch die Zusammensetzung des Gleichartigen. Da nun der Bewegung nichts gleichartig ist, als wiederum Bewegung, so ist die Phoronomie eine Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen ebendesselben Punktes nach ihrer Richtung und Geschwindigkeit, d. i. die Vorstellung einer einzigen Bewegung, als einer solchen, die zwei und so mehrere Bewegungen zugleich in sich enthält, oder zweier Bewegungen ebendesselben Punktes zugleich, soferne sie zusammen eine ausmachen, d. i. mit dieser einerlei sind, und nicht etwa sofern sie die letztere, als Ursachen ihre Wirkung, hervorbringen. Um die Bewegung zu finden, die aus der Zusammensetzung von mehreren, so viel man will, entspringt, darf man nur, wie bei aller Grössenerzeugung, zuerst diejenige suchen, die unter gegebenen Bedingungen aus zweien zusammengesetzt ist; darauf diese mit einer dritten verbunden u. s. w. Folglich lässt die Lehre der Zusammensetzung aller Bewegungen sich auf die von zweien zurückführen. Zwei Bewegungen aber eines und desselben Punktes, die zugleich an demselben angetroffen werden, können auf zwiefache Weise unterschieden sein, und als solche auf dreifache Art an ihm verbunden werden. Erstlich geschehen sie entweder in einer und derselben Linie, oder in verschiedenen Linien zugleich; die letzteren sind Bewegungen, die einen Winkel einschliessen. Die, so in einer und derselben Linie geschehen, sind nun der Richtung nach entweder einander entgegengesetzt, oder halten einerlei Richtung. Da alle diese Bewegungen als zugleich geschehend betrachtet werden, so ergibt sich aus dem Verhältniss der Linien, d. i. der beschriebenen Räume der Bewegung, in gleicher Zeit, sofort auch das Verhältniss der Geschwindigkeit. Also sind der Fälle drei. 1) Da zwei Bewegungen (sie mögen von gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten sein), in einem Körper in derselben Richtung verbunden, eine daraus zusammengesetzte Bewegung ausmachen sollen. 2) Da zwei Bewegungen desselben Punkts (von gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit) in entgegengesetzter Richtung verbunden durch ihre Zusammensetzung eine dritte Bewegung in derselben Linie ausmachen sollen. 3) Da zwei Bewegungen eines Punkts, mit gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten, aber in verschiedenen Linien, die einen Winkel einschliessen, als zusammengesetzt betrachtet werden.

Lehrsatz.

Die Zusammensetzung zweier Bewegungen eines und desselben Punktes kann nur dadurch gedacht werden, dass die eine derselben im absoluten Raume, statt der anderen aber eine, mit der gleichen Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung geschehende Bewegung des relativen Raumes, als mit derselben einerlei, vorgestellt wird.

Beweis.

Erster Fall. Da zwei Bewegungen in ebenderselben Linie und Richtung einem und demselben Punkte zugleich zukommen.

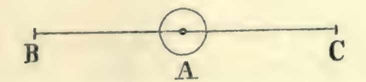


Es sollen in einer Geschwindigkeit der Bewegung zwei Geschwindigkeiten AB und ab als enthalten vorgestellt werden. Man nehme diese Geschwindigkeiten für diesmal als gleich an, so dass $AB = ab$ ist, so sage ich, sie können in einem und demselben Raum (dem absoluten oder dem relativen), an demselben Punkte nicht zugleich vorgestellt werden. Denn weil die Linien AB und ab, welche die Geschwindigkeiten bezeichnen, eigentlich die Räume sind, welche sie in gleichen Zeiten durchlaufen, so würde die Zusammensetzung dieser Räume AB und $ab = BC$, mithin die Linie AC, als die Summe der Räume, die Summe beider Geschwindigkeiten ausdrücken müssen. Aber die Theile AB und BC stellen, jeder für sich, nicht die Geschwindigkeit $= ab$ vor; denn sie werden nicht in gleicher Zeit wie ab zurückgelegt. Also stellt auch die doppelte Linie AC, die in derselben Zeit zurückgelegt wird, wie die Linie ab, nicht die zwiefache Geschwindigkeit der letzteren vor, welches doch verlangt wurde. Also lässt sich die Zusammensetzung zweier Geschwindigkeiten in einer Richtung in demselben Raume nicht anschaulich darstellen.

Dagegen, wenn der Körper A mit der Geschwindigkeit AB im absoluten Raume als bewegt vorgestellt wird, und ich gebe überdem dem relativen Raume eine Geschwindigkeit $ab = AB$ in entgegengesetzter Richtung $ba = CB$, so ist dieses ebendasselbe, als ob ich

die letztere Geschwindigkeit dem Körper in der Richtung *AB* ertheilt hätte (Grundsatz 1). Der Körper bewegt sich aber alsdenn in derselben Zeit durch die Summe der Linien *AB* und *BC* = 2*ab*, in welcher er die Linie *ab* = *AB* allein würde zurückgelegt haben, und seine Geschwindigkeit ist doch als die Summe der zwei gleichen Geschwindigkeiten *AB* und *ab* vorgestellt, welches das ist, was verlangt wurde.

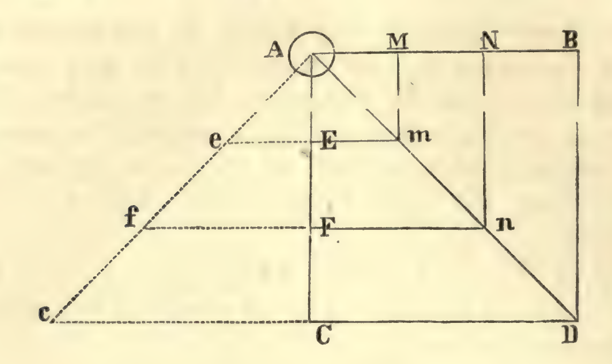
Zweiter Fall. Da zwei Bewegungen in gerade entgegengesetzten Richtungen an einem und demselben Punkte sollen verbunden werden.



Es sei *AB* die eine dieser Bewegungen und *AC* die andere in entgegengesetzter Richtung, deren Geschwindigkeit wir hier der ersten gleich annehmen wollen; so würde der Gedanke selbst, zwei solche Bewegungen in einem und demselben Raume an ebendemselben Punkte als zugleich vorzustellen, mithin der Fall einer solchen Zusammensetzung der Bewegungen selbst unmöglich sein, welches der Voraussetzung zuwider ist.

Dagegen denkt euch die Bewegung *AB* im absoluten Raume, statt der Bewegung *AC* aber in demselben absoluten Raume, die entgegengesetzte *CA* des relativen Raumes mit ebenderselben Geschwindigkeit, die (nach Grundsatz 1) der Bewegung *AC* völlig gleich gilt und also gänzlich an die Stelle derselben gesetzt werden kann; so lassen sich zwei gerade entgegengesetzte und gleiche Bewegungen desselben Punktes zu gleicher Zeit gar wohl darstellen. Weil nun der relative Raum mit derselben Geschwindigkeit *CA* = *AB* in derselben Richtung mit dem Punkte *A* bewegt ist, so verändert dieser Punkt, oder der in ihm befindliche Körper, in Ansehung des relativen Raumes seinen Ort nicht, d. i. ein Körper, der nach zwei einander gerade entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt wird, ruht, oder allgemein ausgedrückt: seine Bewegung ist der Differenz der Geschwindigkeiten in der Richtung der grösseren gleich (welches sich aus dem Bewiesenen leicht folgern lässt).

Dritter Fall. Da zwei Bewegungen ebendesselben Punkts, nach Richtungen, die einen Winkel einschliessen, verbunden vorgestellt werden.



Die zwei gegebenen Bewegungen sind *AB* und *AC*, deren Geschwindigkeit und Richtungen durch diese Linien, der Winkel aber, den die letzteren einschliessen, durch *BAC* ausgedrückt wird (er mag, wie hier, ein rechter, aber auch ein jeder beliebige schiefe Winkel sein). Wenn nun diese zwei Bewegungen zugleich in den Richtungen *AB* und *AC* und zwar in einem und demselben Raume geschehen sollen; so würden sie doch nicht in diesen beiden Linien *AB* und *AC* zugleich geschehen können, sondern nur in Linien, die diesen parallel laufen. Es würde also angenommen werden müssen: dass eine dieser Bewegungen in der anderen eine Veränderung (nämlich die Abbringung von der gegebenen Bahn) wirkte, wenn gleich beiderseits die Richtungen dieselben blieben. Dieses ist aber der Voraussetzung des Lehrsatzes zuwider, welche unter dem Worte Zusammensetzung andeutet, dass beide gegebene Bewegungen in einer dritten enthalten, mithin mit dieser einerlei seien, und nicht, dass, indem eine die andere verändert, sie eine dritte hervorbringen.

Dagegen nehme man die Bewegung *AC* als im absoluten Raume vor sich gehend an, anstatt der Bewegung *AB* aber die Bewegung des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung. Die Linie *AC* sei in drei gleiche Theile *AE*, *EF*, *FC* getheilt. Während dass nun der Körper *A* im absoluten Raume die Linie *AE* durchläuft, durchläuft der relative Raum, und mit ihm der Punkt *E*, den Raum $Ee = MA$; während dass der Körper die zwei Theile zusammen $= AF$ durchläuft, beschreibt der relative Raum, und mit ihm der Punkt *F*, die Linie $Ff = NA$; während dass der Körper endlich die ganze Linie *AC* durchläuft, so beschreibt der relative Raum, und mit ihm der Punkt *C*, die Linie $Cc = BA$; welches alles ebendasselbe ist, als ob der Körper *A* in diesen drei Zeittheilen die Linien *Em*, *Fn* und $CD = AM, AN, AB$ und in der ganzen Zeit, darin er *AC* durchläuft, die Linie $CD = AB$

durchlaufen hätte. Also ist er im letzten Augenblicke im Punkte *D* und in dieser ganzen Zeit nach und nach in allen Punkten der Diagonallinie *AD*, welche also sowohl die Richtung, als Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung ausdrückt. —

Anmerkung 1.

Die geometrische Construction erfordert, dass eine Grösse mit der andern, oder zwei Grössen in der Zusammensetzung mit einer dritten einerlei seien, nicht dass sie als Ursachen die dritte hervorbringen, welches die mechanische Construction sein würde. Die völlige Aehnlichkeit und Gleichheit, sofern sie nur in der Anschauung erkannt werden kann, ist die Congruenz. Alle geometrische Construction der völligen Identität beruht auf Congruenz. Diese Congruenz zweier zusammen verbundenen Bewegungen mit einer dritten (als dem *motu composito* selbst), kann nun niemals statthaben, wenn jene beiden in einem und demselben Raume, z. B. dem relativen, vorgestellt werden. Daher sind alle Versuche, obigen Lehrsatz in seinen drei Fällen zu beweisen, immer nur mechanische Auflösungen gewesen, da man nämlich bewegende Ursachen durch die eine gegebene Bewegung, mit einer andern verbunden, eine dritte hervorbringen liess, nicht aber Beweise, dass jene mit dieser einerlei sind, und sich, als solche, in der reinen Anschauung *a priori* darstellen lassen.

Anmerkung 2.

Wenn z. B. eine Geschwindigkeit *AB* doppelt genannt wird: so kann darunter nichts Anderes verstanden werden, als dass sie aus zwei einfachen und gleichen *AB* und *BC* (siehe Fig. 1) bestehe. Erklärt man aber eine doppelte Geschwindigkeit dadurch, dass man sagt: sie sei eine Bewegung, dadurch in derselben Zeit ein doppelt so grosser Raum zurückgelegt wird, so wird hier etwas angenommen, was sich nicht von selbst versteht, nämlich: dass sich zwei gleiche Geschwindigkeiten eben so verbinden lassen, als zwei gleiche Räume, und es ist nicht für sich klar, dass eine gegebene Geschwindigkeit aus kleineren und eine Schnelligkeit aus Langsamkeiten eben so bestehe, wie ein Raum aus kleineren; denn die Theile der Geschwindigkeit sind nicht ausserhalb einander, wie die Theile des Raumes, und wenn jene als Grösse betrachtet werden soll, so muss der Begriff ihrer Grösse, da sie intensiv ist, auf andere Art construirt werden, als der in der extensiven Grösse des Raumes. Diese Construction ist aber auf keine andere Art möglich, als durch die mittelbare Zusammensetzung zweier gleichen Bewegungen, deren eine die des

Körpers, die andere des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung, aber eben darum mit einer ihr gleichen Bewegung des Körpers in der vorigen Richtung völlig einerlei ist. Denn in derselben Richtung lassen sich zwei gleiche Geschwindigkeiten in einem Körper gar nicht zusammensetzen, als nur durch äussere bewegende Ursachen, z. B. ein Schiff, welches den Körper mit einer dieser Geschwindigkeiten trägt, indessen dass eine andere mit dem Schiffe unbeweglich verbundene bewegende Kraft dem Körper die zweite, der vorigen gleiche, Geschwindigkeit eindrückt; wobei doch immer vorausgesetzt werden muss, dass der Körper sich mit der ersten Geschwindigkeit in freier Bewegung erhalte, indem die zweite hinzukommt; welches ein Naturgesetz bewegender Kräfte ist, wovon gar nicht die Rede sein kann, wenn die Frage lediglich ist, wie der Begriff der Geschwindigkeit als eine Grösse construirt werde. Soviel von der Hinzuthuung der Geschwindigkeiten zu einander. Wenn aber von der Abziehung einer von der anderen die Rede ist, so lässt sich zwar diese letztere leicht denken, wenn einmal die Möglichkeit einer Geschwindigkeit als Grösse durch Hinzuthuung eingeräumt worden, aber jener Begriff lässt sich nicht so leicht construiren. Denn zu dem Ende müssen zwei entgegengesetzte Bewegungen in einem Körper verbunden werden; aber wie soll dieses geschehen? Unmittelbar, d. i. in Ansehung ebendesselben ruhenden Raumes ist es unmöglich, sich zwei gleiche Bewegungen in entgegengesetzter Richtung an demselben Körper zu denken; aber die Vorstellung der Unmöglichkeit dieser beiden Bewegungen in einem Körper ist nicht der Begriff von der Ruhe desselben, sondern der Unmöglichkeit der Construction dieser Zusammensetzung entgegengesetzter Bewegungen, die doch im Lehrsatz als möglich angenommen wird. Diese Construction ist aber nicht anders möglich, als durch die Verbindung der Bewegung des Körpers mit der Bewegung des Raums, wie gewiesen worden. Endlich, was die Zusammensetzung zweier Bewegungen, deren Richtung einen Winkel einschliesst, betrifft, so lässt sie sich an dem Körper, in Beziehung auf einen und denselben Raum, gleichfalls nicht denken, wenn man nicht gar eine derselben durch äussere continuirlich einfliessende Kraft (z. E. ein den Körper forttragendes Fahrzeug) gewirkt, die andern als sich selbst hierbei unverändert erhaltend annimmt, oder überhaupt: man muss bewegende Kräfte und Erzeugung einer dritten Bewegung aus zwei vereinigten Kräften zum Grunde legen, welches zwar die mechanische Ausführung dessen, was ein Begriff enthält, aber nicht die mathematische Construction derselben ist, die nur anschaulich machen soll, was das Object (als Quantum) sei, nicht, wie es durch Natur oder Kunst, vermittelst gewisser

Werkzeuge und Kräfte hervorgebracht werden könne. — Die Zusammensetzung der Bewegungen, um ihr Verhältniss zu andern als Grösse zu bestimmen, muss nach den Regeln der Congruenz geschehen, welches in allen dreien Fällen nur vermittelst der Bewegung des Raumes, die mit einer der zwei gegebenen Bewegungen congruirt, und dadurch beide mit der zusammengesetzten congruiren, möglich ist.

Anmerkung 3.

Phoronomie, nicht als reine Bewegungslehre, sondern blos als reine Grössenlehre der Bewegung, in welcher die Materie nach keiner Eigenschaft mehr, als der blossen Beweglichkeit gedacht wird, enthält also nichts mehr, als blos diesen einzigen, durch die angeführten drei Fälle geführten Lehrsatz von der Zusammensetzung der Bewegung und zwar von der Möglichkeit der geradlinigten Bewegung allein, nicht der krummlinigten. Denn weil in dieser die Bewegung continuirlich (der Richtung nach) verändert wird, so muss eine Ursache dieser Veränderung, welche nun nicht der blosse Raum sein kann, herbeigezogen werden. Dass man aber gewöhnlich unter der Benennung der zusammengesetzten Bewegung nur den einzigen Fall, da die Richtungen derselben einen Winkel einschliessen, verstand, dadurch ward zwar wohl eben nicht der Physik, wohl aber dem Princip der Eintheilung einer reinen philosophischen Wissenschaft überhaupt einiger Abbruch gethan. Denn was die erstere betrifft, so lassen sich alle im obigen Lehrsatze behandelte drei Fälle im dritten allein hinreichend darstellen. Denn wenn der Winkel, den die zwei gegebenen Bewegungen einschliessen, als unendlich klein gedacht wird, so enthält er den ersten; wird er aber als von einer einzigen geraden Linie nur unendlich wenig unterschieden vorgestellt, so enthält er den zweiten Fall; so dass sich freilich in dem bekannten Lehrsatze der zusammengesetzten Bewegung alle drei von uns genannte Fälle, als in einer allgemeinen Formel, geben lassen. Man konnte aber auf diese Art nicht wohl die Grössenlehre der Bewegung nach ihren Theilen *a priori* einsehen lernen, welches in mancher Absicht auch seinen Nutzen hat.

Hat Jemand Lust, die gedachten drei Theile des allgemeinen phoronomischen Lehrsatzes an das Schema der Eintheilung aller reinen Verstandesbegriffe, namentlich hier der des Begriffs der Grösse zu halten, so wird er bemerken: dass, da der Begriff einer Grösse jederzeit den der Zusammensetzung des Gleichartigen enthält, die Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen zugleich die reine Grössenlehre derselben sei, und zwar nach allen drei Momenten, die der Raum an die Hand gibt, der

Einheit der Linie und Richtung, der Vielheit der Richtungen in einer und derselben Linie, endlich der Allheit der Richtungen sowohl, als der Linien, nach denen die Bewegung geschehen mag, welches die Bestimmung aller möglichen Bewegung als eines Quantum enthält, wiewohl die Quantität derselben (an einem beweglichen Punkte) blos in der Geschwindigkeit besteht. Diese Bemerkung hat nur in der Transscendentalphilosophie ihren Nutzen.

Zweites Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Dynamik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt. Einen Raum erfüllen, heisst allem Beweglichen widerstehen, das durch seine Bewegung in einen gewissen Raum einzudringen bestrebt ist. Ein Raum, der nicht erfüllt ist, ist ein leerer Raum.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dynamische Erklärung des Begriffs der Materie. Sie setzt die phoronomische voraus, aber thut eine Eigenschaft hinzu, die sich als Ursache auf eine Wirkung bezieht, nämlich das Vermögen, einer Bewegung innerhalb eines gewissen Raumes zu widerstehen, wovon in der vorhergehenden Wissenschaft gar nicht die Rede sein musste, selbst nicht, wenn man es mit Bewegungen eines und desselben Punktes in entgegengesetzten Richtungen zu thun hatte. Diese Erfüllung des Raumes hält einen gewissen Raum von dem Eindringen irgend eines anderen Beweglichen frei, wenn seine Bewegung auf irgend einen Ort in diesem Raume hin gerichtet ist. Worauf nun der nach allen Seiten gerichtete Widerstand der Materie beruhe und was er sei, muss noch untersucht werden. Soviel sieht man aber schon aus der obigen Erklärung, dass die Materie hier nicht so betrachtet wird, wie sie widersteht, wenn sie aus ihrem Orte getrieben und also selbst bewegt werden soll

(dieser Fall wird künftig, als mechanischer Widerstand, noch in Erwägung kommen), sondern wenn blos der Raum ihrer eigenen Ausdehnung verringert werden soll. Man bedient sich des Worts: einen Raum einnehmen, d. i. in allen Punkten desselben unmittelbar gegenwärtig sein, um die Ausdehnung eines Dinges im Raume dadurch zu bezeichnen. Weil aber in diesem Begriffe nicht bestimmt ist, welche Wirkung, oder ob gar überall eine Wirkung aus dieser Gegenwart entspringe, ob andern zu widerstehen, die hineinzudringen bestrebt sind, oder ob es blos einen Raum ohne Materie bedeute, sofern er ein Inbegriff mehrerer Räume ist, wie man von jeder geometrischen Figur sagen kann: sie nimmt einen Raum ein (sie ist ausgedehnt), oder ob wohl gar im Raume etwas sei, was ein anderes Bewegliche nöthigt, tiefer in denselben einzudringen (andere anzieht); weil, sage ich, durch den Begriff des Einnehmens eines Raumes dieses alles unbestimmt ist, so ist: einen Raum erfüllen, eine nähere Bestimmung des Begriffs: einen Raum einnehmen.

Lehrsatz 1.

Die Materie erfüllt einen Raum, nicht durch ihre blosse Existenz, sondern durch eine besondere bewegende Kraft.

Beweis.

Das Eindringen in einen Raum (im Anfangsaugenblicke heisst solches die Bestrebung einzudringen) ist eine Bewegung. Der Widerstand gegen Bewegung ist die Ursache der Verminderung, oder auch Veränderung derselben in Ruhe. Nun kann mit keiner Bewegung etwas verbunden werden, was sie vermindert oder aufhebt, als eine andere Bewegung ebendesselben Beweglichen in entgegengesetzter Richtung (phoronomischer Lehrsatz). Also ist der Widerstand, den eine Materie in dem Raum, den sie erfüllt, allem Eindringen anderer leistet, eine Ursache der Bewegung der letzteren in entgegengesetzter Richtung. Die Ursache einer Bewegung heisst aber bewegende Kraft. Also erfüllt die Materie ihren Raum durch bewegende Kraft, und nicht durch ihre blosse Existenz.

Anmerkung.

Lambert und Andere nannten die Eigenschaft der Materie, da sie einen Raum erfüllt, die Solidität (ein ziemlich vieldeutiger Ausdruck), und wollen, man müsse sie an jedem Dinge, was existirt (Substanz), annehmen, wenigstens in der äusseren Sinnenwelt. Nach ihren Begriffen

müsste die Anwesenheit von etwas Reellem im Raume diesen Widerstand schon durch seinen Begriff, mithin nach dem Satze des Widerspruchs bei sich führen und es machen, dass nichts Anderes in dem Raume der Anwesenheit eines solchen Dinges zugleich sein könne. Allein der Satz des Widerspruchs treibt keine Materie zurück, welche anrückt, um in einen Raum einzudringen, in welchem eine andere anzutreffen ist. Nur alsdann, wenn ich dem, was einen Raum einnimmt, eine Kraft beilege, alles äussere Bewegliche, welches sich annähert, zurückzutreiben, verstehe ich, wie es einen Widerspruch enthalte, dass in den Raum, den ein Ding einnimmt, noch ein anderes von derselben Art eindringe. Hier hat der Mathematiker etwas als ein erstes Datum der Construction des Begriffs einer Materie, welches sich selbst nicht weiter construiren lasse, angenommen. Nun kann er zwar von jedem beliebigen Dato seine Construction eines Begriffs anfangen, ohne sich darauf einzulassen, dieses Datum auch wiederum zu erklären; darum aber ist er doch nicht befugt, jenes für etwas aller mathematischen Construction ganz Unfähiges zu erklären, um dadurch das Zurückgehen zu den ersten Principien der Naturwissenschaft zu hemmen.

Erklärung 2.

Anziehungskraft ist diejenige bewegende Kraft, wodurch eine Materie die Ursache der Annäherung anderer zu ihr sein kann (oder, welches einerlei ist, dadurch sie der Entfernung anderer von ihr widersteht).

Zurückstossungskraft ist diejenige, wodurch eine Materie Ursache sein kann, andere von sich zu entfernen (oder, welches einerlei ist, wodurch sie der Annäherung anderer zu ihr widersteht). Die letztere werden wir auch zuweilen treibende, so wie die erstere ziehende Kräfte nennen.

Zusatz.

Es lassen sich nur diese zwei bewegenden Kräfte der Materie denken. Denn alle Bewegung, die eine Materie einer anderen eindrücken kann, da in dieser Rücksicht jede derselben nur wie ein Punkt betrachtet wird, muss jederzeit als in der geraden Linie zwischen zwei Punkten ertheilt angesehen werden. In dieser geraden Linie aber sind nur zweierlei Bewegungen möglich: die eine,

dadurch sich jene Punkte von einander entfernen, die zweite, dadurch sie sich einander nähern. Die Kraft aber, die die Ursache der ersteren Bewegung ist, heisst Zurückstossungs-, und die der zweiten, Anziehungskraft. Also können nur diese zwei Arten von Kräften, als solche, worauf alle Bewegungskräfte in der materiellen Natur zurückgeführt werden müssen, gedacht werden.

Lehrsatz 2.

Die Materie erfüllt ihre Räume durch repulsive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über den kleinere oder grössere ins Unendliche können gedacht werden.

Beweis.

Die Materie erfüllt einen Raum nur durch bewegende Kraft (Lehrsatz 1) und zwar eine solche, die dem Eindringen anderer, d. i. der Annäherung widersteht. Nun ist diese eine zurückstossende Kraft (Erklärung 2). Also erfüllt die Materie ihren Raum nur durch zurückstossende Kräfte, und zwar aller ihrer Theile, weil sonst ein Theil ihres Raumes (wider die Voraussetzung) nicht erfüllt, sondern nur eingeschlossen sein würde. Die Kraft aber eines Ausgedehnten vermöge der Zurückstossung aller seiner Theile ist eine Ausdehnungskraft (expansive). Also erfüllt die Materie ihren Raum nur durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft; welches das Erste war. Ueber jede gegebene Kraft muss eine grössere gedacht werden können; denn die, über welche keine grössere möglich ist, würde eine solche sein, wodurch in einer endlichen Zeit ein unendlicher Raum zurückgelegt werden würde (welches unmöglich ist). Es muss ferner unter jeder gegebenen bewegenden Kraft eine kleinere gedacht werden können (denn die kleinste würde die sein, durch deren unendliche Hinzuthuung zu sich selbst eine jede gegebene Zeit hindurch keine endliche Geschwindigkeit erzeugt werden könnte, welches aber den Mangel aller bewegenden Kraft bedeutet). Also muss unter einem jeden gegebenen Grad einer bewegenden Kraft immer noch ein kleinerer gegeben werden können; welches das Zweite ist. Mithin hat die Ausdehnungskraft, womit jede Materie ihren Raum erfüllt, ihren Grad, der niemals der grösste oder kleinste ist, sondern über den ins Unendliche sowohl grössere, als kleinere können gefunden werden.

Zusatz 1.

Die expansive Kraft einer Materie nennt man auch Elasticität. Da nun jene der Grund ist, worauf die Erfüllung des Raumes, als eine wesentliche Eigenschaft aller Materie, beruht, so muss diese Elasticität ursprünglich heissen; weil sie von keiner andern Eigenschaft der Materie abgeleitet werden kann. Alle Materie ist demnach ursprünglich elastisch.

Zusatz 2.

Weil über jede ausdehnende Kraft eine grössere bewegende Kraft gefunden werden kann, diese aber auch jener entgegenwirken kann, wodurch sie alsdenn den Raum der letzteren verengen würde, den diese zu erweitern trachtet, in welchem Falle die erstere eine zusammendrückende Kraft heissen würde; so muss auch für jede Materie eine zusammendrückende Kraft gefunden werden können, die sie von einem jeden Raum, den sie erfüllt, in einen engeren Raum zu treiben vermag.

Erklärung 3.

Eine Materie durchdringt in ihrer Bewegung eine andere, wenn sie durch Zusammendrückung den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufhebt.

Anmerkung.

Wenn in einem mit Luft angefüllten Stiefel einer Luftpumpe der Kolben dem Boden immer näher getrieben wird, so wird die Luftmaterie zusammengedrückt. Könnte nun diese Zusammendrücknng so weit getrieben werden, dass der Kolben den Boden völlig berührte (ohne dass das Mindeste von Luft entwischt wäre), so würde die Luftmaterie durchdrungen sein; denn die Materien, zwischen denen sie ist, lassen keinen Raum für sie übrig, und sie wäre also zwischen dem Kolben und Boden anzutreffen ohne doch einen Raum einzunehmen. Diese Durchdringlichkeit der Materie durch äussere zusammendrückende Kräfte, wenn Jemand eine solche annehmen oder auch nur denken wollte, würde die mechanische heissen können. Ich habe Ursache, durch eine solche Einschränkung diese Durchdringlichkeit der Materie von einer andern zu unterscheiden, deren Begriff vielleicht eben so unmöglich, als der erstere ist, von der ich aber doch künftig etwas anzumerken Anlass haben möchte.

Lehrsatz 3.

Die Materie kann ins Unendliche zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie, wie gross auch die drückende Kraft derselben sei, durchdrungen werden.

Beweis.

Eine ursprüngliche Kraft, womit eine Materie sich über einen gegebenen Raum, den sie einnimmt, allerwärts auszudehnen trachtet, muss, in einen kleineren Raum eingeschlossen, grösser, und in einen unendlich kleinen Raum zusammengepresst, unendlich sein. Nun kann für gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine grössere zusammendrückende gefunden werden, die diese in einen engeren Raum zwingt, und so ins Unendliche; welches das Erste war. Zum Durchdringen der Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in einen unendlich kleinen Raum, mithin eine unendlich zusammendrückende Kraft erfordert, welche unmöglich ist. Also kann eine Materie durch Zusammendrückung von keiner anderen durchdrungen werden; welches das Zweite ist.

Anmerkung.

Ich habe in diesem Beweise gleich zu Anfange angenommen, dass eine ausdehnende Kraft, je mehr sie in die Enge getrieben worden, desto stärker entgegenwirken müsse. Dieses würde nun zwar nicht so für jede Art elastischer Kräfte, die nur abgeleitet sind, gelten; aber bei der Materie, sofern ihr als Materie überhaupt, die einen Raum erfüllt, wesentliche Elasticität zukommt, lässt sich dieses postuliren. Denn expansive Kraft aus allen Punkten nach allen Seiten hin ausgeübt, macht sogar den Begriff derselben aus. Ebendasselbe Quantum aber, von ausspannenden Kräften in einen engeren Raum gebracht, muss in jedem Punkte desselben soviel stärker zurücktreiben, soviel umgekehrt der Raum kleiner ist, in welchem ein gewisses Quantum von Kraft seine Wirksamkeit verbreitet.

Erklärung 4.

Die Undurchdringlichkeit der Materie, die auf dem Widerstande beruht, der mit den Graden der Zusammendrückung proportionirlich wächst, nenne ich die relative; diejenige aber, welche auf der Voraussetzung beruht, dass die Materie, als solche, gar keiner Zusammendrückung fähig sei, heisst die ab-

solute Undurchdringlichkeit. Die Erfüllung des Raumes mit absoluter Undurchdringlichkeit kann die mathematische, die mit blos relativer, die dynamische Erfüllung des Raumes heissen.

Anmerkung 1.

Nach dem blos mathematischen Begriffe der Undurchdringlichkeit (der keine bewegende Kraft als ursprünglich der Materie eigen voraussetzt), ist keine Materie einer Zusammendrückung fähig, als sofern sie leere Räume in sich enthält; mithin die Materie als Materie widersteht allem Eindringen schlechterdings und mit absoluter Nothwendigkeit. Nach unserer Erörterung dieser Eigenschaft aber beruht die Undurchdringlichkeit auf einem physischen Grunde; denn die ausdehnende Kraft macht sie selbst, als ein Ausgedehntes, das seinen Raum erfüllt, allererst möglich. Da aber diese Kraft einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin der Raum der Ausdehnung verringert, d. i. in denselben bis auf ein gewisses Maass von einer gegebenen zusammendrückenden Kraft eingedrungen werden kann, doch so, dass die gänzliche Durchdringung, weil sie eine unendliche zusammendrückende Kraft erfordern würde, unmöglich ist, so muss die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angesehen werden.

Anmerkung 2.

Die absolute Undurchdringlichkeit ist in der That nichts mehr oder weniger, als *qualitas occulta*. Denn man fragt, was die Ursache sei, dass Materien einander in ihrer Bewegung nicht durchdringen können, und bekommt die Antwort: weil sie undurchdringlich sind. Die Berufung auf zurücktreibende Kraft ist von diesem Vorwurfe frei. Denn ob diese gleich ihrer Möglichkeit nach auch nicht weiter erklärt werden kann, mithin als Grundkraft gelten muss, so giebt sie doch einen Begriff von einer wirkenden Ursache und ihren Gesetzen, nach welchen die Wirkung, nämlich der Widerstand in dem erfüllten Raum, ihren Graden nach geschätzt werden kann.

Erklärung 5.

Materielle Substanz ist dasjenige im Raume, was für sich, d. i. abgesondert von allem Andern, was ausser ihm im Raume existirt, beweglich ist. Die Bewegung eines Theils der Materie, dadurch sie aufhört ein Theil zu sein, ist die Trennung. Die Trennung der Theile einer Materie ist die physische Theilung.

Anmerkung.

Der Begriff einer Substanz bedeutet das letzte Subject der Existenz, d. i. dasjenige, was selbst nicht wiederum blos als Prädicat zur Existenz eines Anderen gehört. Nun ist Materie das Subject alles dessen, was im Raume zur Existenz der Dinge gezählt werden mag; denn ausser ihr würde sonst kein Subject gedacht werden können, als der Raum selbst; welcher aber ein Begriff ist, der noch gar nichts Existirendes, sondern blos die nothwendigen Bedingungen der äusseren Relation möglicher Gegenstände äusserer Sinne enthält. Also ist Materie, als das Bewegliche im Raume, die Substanz in demselben. Aber eben so werden auch alle Theile derselben, sofern man von ihnen nur sagen kann, dass sie selbst Subjecte und nicht blos Prädicate von anderen Materien seien, Substanzen, mithin selbst wiederum Materie heissen müssen. Sie sind aber selbst Subjecte, wenn sie für sich beweglich und also auch ausser der Verbindung mit anderen Nebentheilen etwas im Raume Existirendes sind. Also ist die eigene Beweglichkeit der Materie, oder irgend eines Theils derselben, zugleich ein Beweis dafür, dass dieses Bewegliche, und ein jeder bewegliche Theil desselben Substanz sei.

Lehrsatz 4

Die Materie ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie ist.

Beweis.

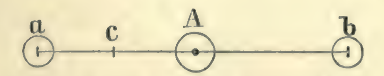
Die Materie ist undurchdringlich, und zwar durch ihre ursprüngliche Ausdehnungskraft (Lehrs. 3), diese aber ist nur die Folge der repulsiven Kräfte eines jeden Punkts in einem von Materie erfüllten Raum. Nun ist der Raum, den die Materie erfüllt, ins Unendliche mathematisch theilbar, d. i. seine Theile können ins Unendliche unterschieden, obgleich nicht bewegt, folglich auch nicht getrennt werden (nach Beweisen der Geometrie). In einem mit Materie erfüllten Raume aber enthält jeder Theil desselben repulsive Kraft, allen übrigen nach allen Seiten entgegenzuwirken, mithin sie zurückzutreiben und von ihnen ebensowohl zurückgetrieben, d. i. zur Entfernung von denselben bewegt zu werden. Mithin ist ein jeder Theil eines durch Materie erfüllten Raums für sich selbst beweglich, folglich trennbar von den übrigen als materielle Substanz durch physische Theilung. So weit sich also die mathematische Theilbarkeit des Raumes, den eine Materie erfüllt, erstreckt, so weit erstreckt sich

auch die mögliche physische Theilung der Substanz, die ihn erfüllt. Die mathematische Theilbarkeit aber geht ins Unendliche, folglich auch die physische, d. i. alle Materie ist ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder selbst wiederum materielle Substanz ist.

Anmerkung 1.

Durch den Beweis der unendlichen Theilbarkeit des Raums ist die der Materie lange noch nicht bewiesen, wenn nicht vorher dargethan worden: dass in jedem Theile des Raumes materielle Substanz sei, d. i. für sich bewegliche Theile anzutreffen sind. Denn wollte ein Monadist annehmen, die Materie bestände aus physischen Punkten, deren ein jeder zwar (eben darum) keine beweglichen Theile habe, aber dennoch durch blosse repulsive Kraft einen Raum erfüllte, so würde er gestehen können, dass zwar dieser Raum, aber nicht die Substanz, die in ihm wirkt, mithin zwar die Sphäre der Wirksamkeit der letzteren, aber nicht das wirkende bewegliche Subject selbst durch die Theilung des Raums zugleich getheilt werde. Also würde er die Materie aus physisch untheilbaren Theilen zusammensetzen und sie doch auf dynamische Art einen Raum einnehmen lassen.

Durch den obigen Beweis aber ist dem Monadisten diese Ausflucht gänzlich benommen. Denn daraus ist klar, dass in einem erfüllten Raume kein Punkt sein könne, der nicht selbst nach allen Seiten Zurückstossung ausübte, so wie er zurückgestossen wird, mithin als ein ausser jedem anderen zurückstossenden Punkte befindliches gegenwirkendes Subject an sich selbst beweglich wäre, und dass die Hypothese eines Punkts, der durch blosse treibende Kraft, und nicht vermittelst anderer gleichfalls zurückstossenden Kräfte, einen Raum erfüllte, gänzlich unmöglich sei. Um dieses und dadurch auch den Beweis des vorhergehenden Lehrsatzes anschaulich zu machen, nehme man an, A sei der Ort einer Monas im



Raume, ab sei der Durchmesser der Sphäre ihrer repulsiven Kraft, mithin aA der Halbmesser derselben, so ist zwischen a, wo dem Eindringen einer äusseren Monade in den Raum, den jene Sphäre einnimmt, widerstanden wird und dem Mittelpunkte derselben A, ein Punkt c anzugeben möglich (laut der unendlichen Theilbarkeit des Raumes). Wenn nun A demjenigen, was in a einzudringen trachtet, widersteht, so muss auch c den beiden Punkten A und a widerstehen. Denn wäre dieses nicht, so

würden sie sich einander ungehindert nähern, folglich A und a im Punkte c zusammentreffen, d. i. der Raum würde durchdrungen werden. Also muss in c etwas sein, was dem Eindringen von A und a widersteht und also die Monas A zurücktreibt, sowie es auch von ihr zurückgetrieben wird. Da nun Zurücktreiben ein Bewegen ist, so ist c etwas Bewegliches im Raum, mithin Materie, und der Raum zwischen A und a konnte nicht durch die Sphäre der Wirksamkeit einer einzigen Monade angefüllt sein, also auch nicht der Raum zwischen c und A, und so ins Unendliche.

Wenn Mathematiker die repulsiven Kräfte der Theile elastischer Materien, bei grösserer oder kleinerer Zusammendrückung derselben, als nach einer gewissen Proportion ihrer Entfernungen von einander abnehmend oder zunehmend sich vorstellen, z. B. dass die kleinsten Theile der Luft sich in umgekehrtem Verhältniss ihrer Entfernungen von einander zurücktreiben, weil die Elasticität derselben in umgekehrtem Verhältniss der Räume steht, darin sie zusammengedrückt werden, so verfehlt man gänzlich ihren Sinn und missdeutet ihre Sprache, wenn man das, was zum Verfahren der Construction eines Begriffs nothwendig gehört, dem Begriffe im Object selbst beilegt. Denn nach jenem kann eine jede Berührung als eine unendlich kleine Entfernung vorgestellt werden; welches in solchen Fällen auch nothwendig geschehen muss, wo ein grosser oder kleiner Raum durch ebendieselbe Quantität der Materie, d. i. einerlei Quantum repulsiver Kräfte, als ganz erfüllt vorgestellt werden soll. Bei einem ins Unendliche Theilbaren darf darum dennoch keine wirkliche Entfernung der Theile, die bei aller Erweiterung des Raumes des Ganzen immer ein Continuum ausmachen, angenommen werden, obgleich die Möglichkeit dieser Erweiterung nur unter der Idee einer unendlich kleinen Entfernung anschaulich gemacht werden kann.

Anmerkung 2.

Die Mathematik kann zwar in ihrem inneren Gebrauche in Ansehung der Chicane einer verfehlten Metaphysik ganz gleichgültig sein, und im sicheren Besitz ihrer evidenten Behauptungen von der unendlichen Theilbarkeit des Raumes beharren, was für Einwürfe auch eine an blossen Begriffen klaubende Vernünftelei dagegen auf die Bahn bringen mag; allein in der Anwendung ihrer Sätze, die vom Raume gelten, auf Substanz, die ihn erfüllt, muss sie sich doch auf Prüfung nach blossen Begriffen, mithin auf Metaphysik einlassen. Obiger Lehrsatz ist schon ein Beweis davon. Denn es folgt nicht nothwendig, dass Materie ins Unendliche physisch theilbar sei, wenn sie es gleich in mathematischer Absicht ist, wenngleich ein jeder Theil des Raums wiederum ein Raum

ist, und also immer Theile ausserhalb einander in sich fasst, woferne nicht bewiesen werden kann, dass in jedem aller möglichen Theile dieses erfüllten Raumes auch Substanz sei, die folglich auch, abgesondert von allen übrigen, als für sich beweglich existire. Also fehlte doch bisher dem mathematischen Beweise noch etwas, ohne welches er auf die Naturwissenschaft keine sichere Anwendung haben konnte, und diesem Mangel ist in obstehendem Lehrsatz abgeholfen worden. Was nun aber die übrigen Angriffe der Metaphysik auf den nunmehro physischen Lehrsatz der unendlichen Theilbarkeit der Materie betrifft, so muss sie der Mathematiker gänzlich dem Philosophen überlassen, der ohnedem durch diese Einwürfe sich selbst in ein Labyrinth begibt, woraus es ihm schwer wird, auch in den ihn unmittelbar angehenden Fragen herauszufinden, und also mit sich selbst genug zu thun hat, ohne dass der Mathematiker sich in dieses Geschäft dürfte einflechten lassen. Wenn nämlich die Materie ins Unendliche theilbar ist, so (schliesst der dogmatische Metaphysiker), besteht sie aus einer unendlichen Menge von Theilen; denn ein Ganzes muss doch alle die Theile zum voraus insgesammt schon in sich enthalten, in die es getheilt werden kann. Der letztere Satz ist auch von einem jeden Ganzen, als Dinge an sich selbst, ungezweifelt gewiss, mithin, da man doch nicht einräumen kann, die Materie, ja gar selbst nicht einmal der Raum, bestehe aus unendlich viel Theilen (weil es ein Widerspruch ist, eine unendliche Menge, deren Begriff es schon mit sich führt, dass sie niemals vollendet vorgestellt werden könne, sich als ganz vollendet zu denken), so müsse man sich zu einem entschliessen, entweder dem Geometer zum Trotz zu sagen: der Raum ist nicht ins Unendliche theilbar, oder dem Metaphysiker zum Aergerniss: der Raum ist keine Eigenschaft eines Dinges an sich selbst, und also die Materie kein Ding an sich selbst, sondern blosse Erscheinung unserer äusseren Sinne überhaupt, so wie der Raum die wesentliche Form derselben.

Hier geräth nun der Philosoph in ein Gedränge zwischen den Hörnern eines gefährlichen Dilemma. Den ersteren Satz: dass der Raum ins Unendliche theilbar sei, abzuleugnen, ist ein leeres Unterfangen, denn Mathematik lässt sich nichts wegvernünfteln; Materie aber als Ding an sich selbst, mithin den Raum als Eigenschaft der Dinge an sich selbst ansehen, und dennoch jenen Satz ableugnen, ist einerlei. Er sieht sich also nothgedrungen, von der letzteren Behauptung, so gemein und dem gemeinen Verstande gemäss sie auch sei, abzugehen, aber natürlicher Weise nur unter dem Beding, dass man ihn auf den Fall, dass er Materie und Raum nur zur Erscheinung (mithin letzteren nur zur Form unserer äusseren

sinnlichen Anschauung, also beide nicht zu Sachen an sich, sondern nur zu subjectiven Vorstellungsarten uns an sich unbekannter Gegenstände) machte, alsdenn auch aus jener Schwierigkeit, wegen unendlicher Theilbarkeit der Materie, wobei sie doch nicht aus unendlich viel Theilen bestehe, heraushelfe. Dieses Letztere lässt sich nun ganz wohl durch die Vernunft denken, obgleich unmöglich anschaulich machen und construiren. Denn was nur dadurch wirklich ist, dass es in der Vorstellung gegeben ist, davon ist auch nicht mehr gegeben, als so viel in der Vorstellung angetroffen wird, d. i. so weit der Progressus der Vorstellungen reicht. Also von Erscheinungen, deren Theilung ins Unendliche geht, kann man nur sagen, dass der Theile der Erscheinung so viel sind, als wir deren nur geben, d. i. so weit wir nur immer theilen mögen. Denn die Theile, als zur Existenz einer Erscheinung gehörig, existiren nur in Gedanken, nämlich in der Theilung selbst. Nun geht zwar die Theilung ins Unendliche, aber sie ist doch niemals als unendlich gegeben; also folgt daraus nicht, dass das Theilbare eine unendliche Menge Theile an sich selbst und ausser unserer Vorstellung in sich enthalte, darum, weil seine Theilung ins Unendliche geht. Denn es ist nicht das Ding, sondern nur diese Vorstellung desselben, deren Theilung, ob sie zwar ins Unendliche fortgesetzt werden kann, und im Objecte (das an sich unbekannt ist), dazu auch ein Grund ist, dennoch niemals vollendet, folglich ganz gegeben werden kann, und also auch keine wirkliche unendliche Menge im Objecte (als die ein ausdrücklicher Widerspruch sein würde), beweiset. Ein grosser Mann, der vielleicht mehr, als sonst Jemand, das Ansehen der Mathematik in Deutschland zu erhalten beiträgt, hat mehrmalen die metaphysischen Anmassungen, Lehrsätze der Geometrie von der unendlichen Theilbarkeit des Raums umzustossen, durch die gegründete Erinnerung abgewiesen: dass der Raum nur zu der Erscheinung äusserer Dinge gehöre; allein er ist nicht verstanden worden. Man nahm diesen Satz so, als ob er sagen wollte: der Raum erscheine uns selbst, sonst sei er eine Sache oder Verhältniss der Sachen an sich selbst, der Mathematiker betrachtete ihn aber nur, wie er erscheint; anstatt dass sie darunter hätten verstehen sollen, der Raum sei gar keine Eigenschaft, die irgend einem Dinge ausser unseren Sinnen an sich anhängt, sondern nur die subjective Form unserer Sinnlichkeit, unter welcher uns Gegenstände äusserer Sinne, die wir, wie sie an sich beschaffen sind, nicht kennen, erscheinen, welche Erscheinung wir denn Materie nennen. Bei jener Missdeutung dachte man sich den Raum immer noch als eine den Dingen auch ausser unserer Vorstellungskraft anhängende Beschaffenheit, die sich aber der Mathematiker nur nach gemeinen Begriffen, d. i.

verworren denkt (denn so erklärt man gemeinhin Erscheinung), und schrieb also den mathematischen Lehrsatz von der unendlichen Theilbarkeit der Materie, einen Satz, der die höchste Deutlichkeit in dem Begriffe des Raums voraussetzt, einer verworrenen Vorstellung vom Raume, die der Geometer zum Grunde legte, zu, wobei es denn dem Metaphysiker unbenommen blieb, den Raum aus Punkten und die Materie aus einfachen Theilen zusammenzusetzen und so (seiner Meinung nach) Deutlichkeit in diesen Begriff zu bringen. Der Grund dieser Verirrung liegt in einer übelverstandenen Monadologie, die gar nicht zur Erklärung der Naturerscheinungen gehört, sondern ein von LEIBNITZ ausgeführter, an sich richtiger Platonischer Begriff von der Welt ist, sofern sie gar nicht als Gegenstand der Sinne, sondern als Ding an sich selbst betrachtet, blos ein Gegenstand des Verstandes ist, der aber doch den Erscheinungen der Sinne zum Grunde liegt. Nun muss freilich das Zusammengesetzte der Dinge an sich selbst aus dem Einfachen bestehen; denn die Theile müssen hier vor aller Zusammensetzung gegeben sein. Aber das Zusammengesetzte in der Erscheinung besteht nicht aus dem Einfachen, weil in der Erscheinung, die niemals anders, als zusammengesetzt (ausgedehnt) gegeben werden kann, die Theile nur durch Theilung und also nicht vor dem Zusammengesetzten, sondern nur in demselben gegeben werden können. Daher war LEIBNITZ'S Meinung, soviel ich einsehe, nicht, den Raum durch die Ordnung einfacher Wesen neben einander zu erklären, sondern ihm vielmehr diese als correspondirend, aber zu einer blos intelligiblen (für uns unbekannten) Welt gehörig zur Seite zu setzen, und nichts Anderes zu behaupten, als was anderwärts gezeigt worden, nämlich dass der Raum sammt der Materie, davon er die Form ist, nicht die Welt von Dingen an sich selbst, sondern nur die Erscheinung derselben enthalte, und selbst nur die Form unserer äussern sinnlichen Anschauung sei.

Lehrsatz 5.

Die Möglichkeit der Materie erfordert eine Anziehungskraft, als zweite wesentliche Grundkraft derselben.

Beweis.

Die Undurchdringlichkeit, als die Grundeigenschaft der Materie, wodurch sie sich als etwas Reales im Raume unseren äusseren Sinnen zuerst offenbart, ist nichts, als das Ausdehnungsvermögen der Materie (Lehrsatz). Nun kann eine wesentliche bewegende Kraft, dadurch

die Theile der Materie einander fliehen, erstlich nicht durch sich selbst eingeschränkt werden, weil die Materie dadurch vielmehr bestrebt ist, den Raum, den sie erfüllt, continuirlich zu erweitern; zweitens auch nicht durch den Raum allein auf eine gewisse Grenze der Ausdehnung gesetzt werden; denn dieser kann zwar den Grund davon enthalten, dass bei Erweiterung des Volumens einer sich ausdehnenden Materie die ausdehnende Kraft in umgekehrtem Verhältnisse schwächer werde, aber, weil von einer jeden bewegenden Kraft ins Unendliche kleinere Grade möglich sind, niemals den Grund enthalten, dass sie irgendwo aufhöre. Also würde die Materie durch ihre repulsive Kraft (welche den Grund der Undurchdringlichkeit enthält) allein, und wenn ihr nicht eine andere bewegende Kraft entgegenwirkte, innerhalb keinen Grenzen der Ausdehnung gehalten sein, d. i. sich ins Unendliche zerstreuen, und in keinem anzugebenden Raume würde eine anzugebende Quantität Materie anzutreffen sein. Folglich würden bei blos repellirenden Kräften der Materie alle Räume leer, mithin eigentlich gar keine Materie da sein. Es erfordert also alle Materie zu ihrer Existenz Kräfte, die der ausdehnenden entgegengesetzt sind, d. i. zusammendrückende Kräfte. Diese können aber ursprünglich nicht wiederum in der Entgegenstrebung einer anderen Materie gesucht werden; denn diese bedarf, damit sie Materie sei, selbst einer zusammendrückenden Kraft. Also muss irgendwo eine ursprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengesetzter Direction der repulsiven, mithin zur Annäherung wirkt, d. i. eine Anziehungskraft angenommen werden. Da nun diese Anziehungskraft zur Möglichkeit einer Materie, als Materie, überhaupt gehört, folglich vor allen Unterschieden derselben vorhergeht, so darf sie nicht blos einer besonderen Gattung derselben, sondern muss jeder Materie überhaupt und zwar ursprünglich beigelegt werden. Also kommt aller Materie eine ursprüngliche Anziehung, als zu ihrem Wesen gehörige Grundkraft, zu.

Anmerkung.

Bei diesem Uebergange von einer Eigenschaft der Materie zu einer andern specifisch davon unterschiedenen, die zum Begriffe der Materie ebensowohl gehört, obgleich in demselben nicht enthalten ist, muss das Verhalten unseres Verstandes in nähere Erwägung gezogen werden. Wenn Anziehungskraft selbst zur Möglichkeit der Materie ursprünglich erfordert wird, warum bedienen wir uns ihrer nicht ebensowohl, als der Undurchdringlickeit, zum ersten Kennzeichen einer Materie? warum

wird die letztere unmittelbar mit dem Begriffe einer Materie gegeben, die erstere aber nicht in dem Begriffe gedacht, sondern nur durch Schlüsse ihm beigefügt? Dass unsere Sinne uns diese Anziehung nicht so unmittelbar wahrnehmen lassen, als die Zurückstossung und das Widerstreben der Undurchdringlichkeit, kann die Schwierigkeit noch nicht hinlänglich beantworten. Denn wenn wir auch ein solches Vermögen hätten, so ist doch leicht einzusehen, dass unser Verstand sich nichts destoweniger die Erfüllung des Raumes wählen würde, um dadurch die Substanz im Raume, d. i. die Materie zu bezeichnen, wie denn eben in dieser Erfüllung, oder, wie man sie sonst nennt, der Solidität das Charakteristische der Materie, als eines vom Raume unterschiedenen Dinges, gesetzt wird. Anziehung, wenn wir sie auch noch so gut empfänden, würde uns doch niemals eine Materie von bestimmten Volumen und Gestalt offenbaren, sondern nichts, als die Bestrebung unseres Organs, sich einem Punkte ausser uns (dem Mittelpunkt des anziehenden Körpers) zu nähern. Denn die Anziehungskraft aller Theile der Erde kann auf uns nichts mehr, auch nichts Anderes wirken, als wenn sie gänzlich in dem Mittelpunkte derselben vereinigt wäre, und dieser allein auf unsern Sinn einflösse, eben so die Anziehung eines Berges, oder jeden Steins etc. Nun bekommen wir dadurch keinen bestimmten Begriff von irgend einem Objecte im Raume, da weder Gestalt noch Grösse, ja nicht einmal der Ort, wo er sich befände, in unsere Sinne fallen kann (die blose Direction der Anziehung würde wahrgenommen werden können, wie bei der Schwere; der anziehende Punkt würde unbekannt sein, und ich sehe nicht einmal wohl ein, wie er selbst durch Schlüsse, ohne Wahrnehmung der Materie, sofern sie den Raum erfüllt, sollte ausgemittelt werden). Also ist klar: dass die erste Anwendung unserer Begriffe von Grössen auf Materie, durch die es uns zuerst möglich wird, unsere äusseren Wahrnehmungen in dem Erfahrungsbegriffe einer Materie als Gegenstandes überhaupt zu verwandeln, nur auf ihrer Eigenschaft, dadurch sie einen Raum erfüllt, gegründet sei, welche, vermittelst des Sinnes des Gefühls, uns die Grösse und Gestalt eines Ausgedehnten, mithin von einem bestimmten Gegenstande im Raume einen Begriff verschafft, der allem Uebrigen, was man von diesem Dinge sagen kann, zum Grunde gelegt wird. Eben dieses ist ohne Zweifel die Ursache, weswegen man bei den klarsten anderweitigen Beweisen, dass Anziehung ebensowohl zu den Grundkräften der Materie gehören müsse, als Zurückstossung, sich gleichwohl gegen die erstere so sehr sträubt, und gar keine bewegenden Kräfte, als nur durch Stoss und Druck (beides vermittelst der Undurchdringlichkeit), einräumen will. Denn wodurch der Raum erfüllt ist, das ist die Substanz, sagt man, und das hat auch seine

gute Richtigkeit. Da aber diese Substanz ihr Dasein uns nicht anders, als durch den Sinn, wodurch wir ihre Undurchdringlichkeit wahrnehmen, nämlich das Gefühl, offenbart, mithin nur in Beziehung auf Berührung, deren Anfang (in der Annäherung einer Materie zur andern) der Stoss, die Fortdauer aber ein Druck heisst; so scheint es, als ob alle unmittelbare Wirkung einer Materie auf die andere niemals was Anderes, als Druck oder Stoss sein könne, zwei Einflüsse, die wir allein unmittelbar empfinden können; dagegen Anziehung, die uns an sich entweder gar keine Empfindung, oder doch keinen bestimmten Gegenstand derselben geben kann, uns als Grundkraft so schwer in den Kopf will.

Lehrsatz 6.

Durch blosse Anziehungskraft, ohne Zurückstossung, ist keine Materie möglich.

Beweis.

Anziehungskraft ist die bewegende Kraft der Materie, wodurch sie eine andere treibt, sich ihr zu nähern; folglich, wenn sie zwischen allen Theilen der Materie angetroffen wird, ist die Materie vermittelst ihrer bestrebt, die Entfernung ihrer Theile von einander, mithin auch den Raum, den sie zusammen einnehmen, zu verringern. Nun kann nichts die Wirkung einer bewegenden Kraft hindern, als eine andere ihr entgegengesetzte bewegende Kraft; diese aber, welche der Attraction entgegengesetzt ist, ist die repulsive Kraft. Also würden, ohne repulsive Kräfte, durch blosse Annäherung alle Theile der Materie sich ohne Hinderniss einander nähern und den Raum, den diese einnimmt, verringern. Da nun in dem angenommenen Falle keine Entfernung der Theile ist, in welcher eine grössere Annäherung durch Anziehung vermittelst einer zurückstossenden Kraft unmöglich gemacht wurde, so würden sie sich so lange zu einander bewegen, bis gar keine Entfernung zwischen ihnen angetroffen würde, d. i. sie würden in einen mathematischen Punkt zusammenfliessen, und der Raum würde leer, mithin ohne alle Materie sein. Demnach ist Materie durch blosse Anziehungskräfte ohne zurückstossende unmöglich.

Zusatz.

Diejenige Eigenschaft, auf welcher als Bedingung selbst die innere Möglichkeit eines Dinges beruht, ist ein wesentliches Stück derselben. Also gehört die Zurückstossungskraft zum Wesen der

Materie ebensowohl, wie die Anziehungskraft, und keine kann von der anderen im Begriff der Materie getrennt werden.

Anmerkung,

Weil überall nur zwei bewegende Kräfte im Raum gedacht werden können, die Zurückstossung und Anziehung, so war es, um beider ihre Vereinigung im Begriffe einer Materie überhaupt *a priori* zu beweisen, vorher nöthig, dass jede für sich allein erwogen würde, um zu sehen, was sie, allein genommen, zur Darstellung einer Materie leisten könnte. Es zeigt sich nun, dass, sowohl wenn man keine von beiden zum Grunde legt, als auch wenn man blos eine von ihnen annimmt, der Raum allemal leer bleibe und keine Materie in demselben angetroffen werde.

Erklärung 6.

Berührung im physischen Verstande ist die unmittelbare Wirkung und Gegenwirkung der Undurchdringlichkeit. Die Wirkung einer Materie auf die andere ausser der Berührung ist die Wirkung in die Ferne (*actio in distans*). Diese Wirkung in die Ferne, die auch ohne Vermittelung zwischen inne liegender Materie möglich ist, heisst die unmittelbare Wirkung in die Ferne, oder auch die Wirkung der Materie aufeinander durch den leeren Raum.

Anmerkung.

Die Berührung in mathematischer Bedeutung ist die gemeinschaftliche Grenze zweier Räume, die also weder innerhalb dem einen, noch dem anderen Raume ist. Daher können gerade Linien einander nicht berühren, sondern, wenn sie einen Punkt gemein haben, so gehört er sowohl innerhalb die eine, als die andere dieser Linien, wenn sie fortgezogen werden, d. i. sie schneiden sich. Aber Zirkel und gerade Linie, Zirkel und Zirkel, berühren sich in einem Punkte, Flächen in einer Linie und Körper in Flächen. Die mathematische Berührung wird bei der physischen zum Grunde gelegt, aber sie macht sie allein noch nicht aus, zu ihr muss, damit die letztere daraus entspringe, noch ein dynamisches Verhältniss und zwar nicht der Anziehungskräfte, sondern der zurückstossenden, d. i. der Undurchdringlichkeit hinzugedacht werden. Physische Berührung ist Wechselwirkung der repulsiven Kräfte in der gemeinschaftlichen Grenze zweier Materien.

Lehrsatz 7.

Die aller Materie wesentliche Anziehung ist eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Beweis.

Die ursprüngliche Anziehungskraft enthält selbst den Grund der Möglichkeit der Materie, als desjenigen Dinges, was einen Raum in bestimmtem Grade erfüllt, mithin selbst sogar von der Möglichkeit einer physischen Berührung derselben. Sie muss also vor dieser vorhergehen, und ihre Wirkung muss folglich von der Bedingung der Berührung unabhängig sein. Nun ist die Wirkung einer bewegenden Kraft, die von aller Berührung unabhängig ist, auch von der Erfüllung des Raumes zwischen dem Bewegenden und dem Bewegten unabhängig, d. i. sie muss auch, ohne dass der Raum zwischen beiden erfüllt ist, stattfinden, mithin als Wirkung durch den leeren Raum. Also ist die ursprüngliche und aller Materie wesentliche Anziehung eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Anmerkung 1.

Dass man die Möglichkeit der Grundkräfte begreiflich machen sollte, ist eine ganz unmögliche Forderung; denn sie heissen ebendarum Grundkräfte, weil sie von keiner anderen abgeleitet, d. i. gar nicht begriffen werden können. Es ist aber die ursprüngliche Anziehungskraft nicht im mindesten *unbegreiflicher*, als die ursprüngliche Zurückstossung. Sie bietet sich nur nicht so unmittelbar den Sinnen dar, als die Undurchdringlichkeit, uns Begriffe von bestimmten Objecten im Raume zu liefern. Weil sie also nicht gefühlt, sondern nur geschlossen werden will, so hat sie sofern den Anschein einer abgeleiteten Kraft, gleich als ob sie nur ein verstecktes Spiel der bewegenden Kräfte durch Zurückstossung wäre. Näher erwogen sehen wir, dass sie gar nicht weiter irgend wovon abgeleitet werden könne, am wenigsten von der bewegenden Kraft der Materien durch ihre Undurchdringlichkeit, da ihre Wirkung gerade das Widerspiel der letzteren ist. Der gemeinste Einwurf wider die unmittelbare Wirkung in die Ferne ist, dass eine Materie doch nicht da, *wo sie nicht ist*, unmittelbar wirken könne. Wenn die Erde den Mond unmittelbar treibt, sich ihr zu nähern, so wirkt die Erde auf ein Ding, das viele tausend Meilen von ihr entfernt ist, und dennoch unmittelbar; der Raum zwischen ihr und dem Monde mag auch als völlig leer angesehen

werden. Denn obgleich zwischen beiden Körpern Materie läge, so thut diese doch nichts zu jener Anziehung. Sie wirkt also an einem Orte, wo sie nicht ist, unmittelbar; etwas, was dem Anscheine nach widersprechend ist. Allein es ist so wenig widersprechend, dass man vielmehr sagen kann: ein jedes Ding im Raume wirkt auf ein anderes nur an einem Orte, wo das Wirkende nicht ist. Denn sollte es an demselben Orte, wo es selbst ist, wirken, so würde das Ding, worauf es wirkt, gar nicht ausser ihm sein; denn dieses Ausserhalb bedeutet die Gegenwart in einem Orte, darin das andere nicht ist. Wenn Erde und Mond einander auch berührten, so wäre doch der Punkt der Berührung ein Ort, in dem weder die Erde noch der Mond ist: denn beide sind um die Summe ihrer Halbmesser von einander entfernt. Auch würde im Punkte der Berührung sogar kein Theil weder der Erde noch des Mondes, anzutreffen sein, denn dieser Punkt liegt in der Grenze beider erfüllten Räume, die keinen Theil weder von dem einen noch dem anderen ausmacht. Dass also Materien in einander in der Entfernung nicht unmittelbar wirken können, würde so viel sagen, als: sie können in einander nicht unmittelbar wirken, ohne Vermittelung der Kräfte der Undurchdringlichkeit. Nun würde dieses eben so viel sein, als ob ich sagte: die repulsiven Kräfte sind die einzigen, damit Materien wirksam sein können, oder sie sind wenigstens die nothwendigen Bedingungen, unter denen allein Materien auf einander wirken können, welches entweder die Anziehungskraft für ganz unmöglich, oder doch immer von der Wirkung der repulsiven Kräfte abhängig erklären würde; beides sind aber Behauptungen ohne allen Grund. Die Verwechselung der mathematischen Berührung der Räume und der physischen durch zurücktreibende Kräfte macht hier den Grund des Missverstandes aus. Sich unmittelbar ausser der Berührung anziehen, heisst sich einander nach einem beständigen Gesetze nähern, ohne dass eine Kraft der Zurückstossung dazu die Bedingung enthalte, welches doch eben so gut sich muss denken lassen, als einander unmittelbar zurückstossen, d. i. sich einander nach einem beständigen Gesetze fliehen, ohne dass die Anziehungskraft daran irgend einigen Antheil habe. Denn beide bewegende Kräfte sind von ganz verschiedener Art, und es ist nicht der mindeste Grund dazu, eine von der anderen abhängig zu machen, und ihr ohne Vermittelung der andern die Möglichkeit abzustreiten.

Anmerkung 2.

Aus der Anziehung in der Berührung kann gar keine Bewegung entspringen; denn die Berührung ist Wechselwirkung der Undurchdringlichkeit, welche also alle Bewegung abhält. Also muss doch irgend eine

unmittelbare Anziehung ausser der Berührung und mithin in der Entfernung angetroffen werden; denn sonst könnten selbst die drückenden und stossenden Kräfte, welche die Bestrebung zur Annäherung hervorbringen sollen, da sie in entgegengesetzter Richtung mit der repulsiven Kraft der Materie wirken, keine, wenigstens nicht in der Natur der Materie ursprünglich liegende Ursache haben. Man kann diejenige Anziehung, die ohne Vermittelung der repulsiven Kräfte geschieht, die w a h r e Anziehung, diejenige, welche blos auf jene Art vor sich geht, die s c h e i n b a r e nennen; denn eigentlich übt der Körper, dem ein anderer sich blos darum zu nähern bestrebt ist, weil dieser anderweitig durch Stoss zu ihm getrieben worden, gar keine Anziehungskraft auf diesen aus. Aber selbst diese scheinbaren Anziehungen müssen doch zuletzt eine wahre zum Grunde haben, weil Materie, deren Druck oder Stoss statt Anziehung dienen soll, ohne anziehende Kräfte nicht einmal Materie sein würde (Lehrsatz 5) und folglich die Erklärungsart aller Phänomene der Annäherung durch b l o s s c h e i n b a r e Anziehung sich im Zirkel herumdreht. Man hält gemeiniglich dafür, NEWTON habe zu seinem System gar nicht nöthig gefunden, eine unmittelbare Attraction der Materien anzunehmen, sondern, mit der strengsten Enthaltsamkeit der reinen Mathematik, hierin den Physikern volle Freiheit gelassen, die Möglichkeit derselben zu erklären, wie sie es gut finden möchten, ohne seine Sätze mit ihrem Hypothesenspiel zu bemengen. Allein wie konnte er den Satz gründen, dass die allgemeine Anziehung der Körper, die sie in gleichen Entfernungen um sich ausüben, der Quantität ihrer Materie proportionirt sei, wenn er nicht annahm, dass alle Materie, mithin blos als Materie und durch ihre wesentliche Eigenschaft, diese Bewegungskraft ausübe? Denn obgleich freilich zwischen zwei Körpern, sie mögen der Materie nach gleichartig sein oder nicht, wenn der eine den anderen zieht, die wechselseitige Annäherung (nach dem Gesetze der Gleichheit der Wechselwirkung) immer in umgekehrtem Verhältniss der Quantität der Materie geschehen muss, so macht dieses Gesetz doch nur ein Princip der Mechanik, aber nicht der Dynamik, d. i. es ist ein Gesetz der B e w e g u n g e n, die aus anziehenden Kräften folgen, nicht der Proportion der A n z i e h u n g s k r ä f t e selbst, und gilt von allen bewegenden Kräften überhaupt. Wenn daher ein Magnet einmal durch einen anderen gleichen Magnet, ein andermal durch ebendenselben, der aber in einer zweimal schwereren hölzernen Büchse eingeschlossen wäre, gezogen wird, so wird dieser im letzteren Falle dem ersteren mehr relative Bewegung ertheilen, als im ersteren, obgleich das Holz, welches die Quantität der Materie des letzteren vermehrt, zur Anziehungskraft desselben gar nichts hinzuthut und keine magnetische Anziehung der

Büchse beweiset. NEWTON sagt (*Cor.* 2. *Prop.* 6. *Lib. III. Princip. Phil. Nat.*): „Wenn der Aether, oder irgend ein anderer Körper ohne Schwere wäre, so würde, da jener von jeder anderen Materie doch in nichts, als der Form, unterschieden ist, er nach und nach durch allmählige Veränderung dieser Form in einer Materie von der Art, wie die, so auf Erden die meiste Schwere haben, verwandelt werden können, und diese letztere also umgekehrt durch allmählige Veränderung ihrer Form alle ihre Schwere verlieren können, welches der Erfahrung zuwider ist" etc. Er schloss also selbst nicht den Aether (wieviel weniger andere Materien) vom Gesetze der Anziehung aus. Was konnte ihm denn nun noch für eine Materie übrig bleiben, um durch deren Stoss die Annäherung der Körper zu einander als blosse scheinbare Anziehung anzusehen? Also kann man diesen grossen Stifter der Attractionstheorie nicht als seinen Vorgänger anführen, wenn man sich die Freiheit nimmt, der wahren Anziehung, die dieser behauptete, eine scheinbare zu unterschieben, und die Nothwendigkeit des Antriebs durch den Stoss anzunehmen, um das Phänomen der Annäherung zu erklären. Er abstrahirte mit Recht von allen Hypothesen, die Frage wegen der Ursache der allgemeinen Attraction der Materie zu beantworten; denn diese Frage ist physisch oder metaphysisch, nicht aber mathematisch, und ob er gleich in der Vorerinnerung zur zweiten Ausgabe seiner Optik sagt: *ne quis gravitatem inter essentiales corporum proprietates me habere existimet, quaestionem unam de ejus causa investiganda subjeci,* so merkt man wohl, dass der Anstoss, den seine Zeitgenossen, und vielleicht er selbst am Begriffe einer ursprünglichen Anziehung nahmen, ihn mit sich selbst uneinig machte; denn er konnte schlechterdings nicht sagen, dass sich die Anziehungskräfte zweier Planeten, z. B. des Jupiters und Saturns, die sie in gleichen Entfernungen ihrer Trabanten (deren Masse man nicht kennt) beweisen, wie die Quantität der Materie jener Weltkörper verhalten, wenn er nicht annahm, dass sie blos als Materie, mithin nach einer allgemeinen Eigenschaft derselben, andere Materie anzögen.

Erklärung 7.

Eine bewegende Kraft, dadurch Materien nur in der gemeinschaftlichen Fläche der Berührung unmittelbar auf einander wirken können, nenne ich eine Flächenkraft; diejenige aber, wodurch eine Materie auf die Theile der andern auch über die Fläche der Berührung hinaus unmittelbar wirken kann, eine durchdringende Kraft.

Zusatz.

Die Zurückstossungskraft, vermittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, ist eine blosse Flächenkraft. Denn die einander berührenden Theile begrenzen einer den Wirkungsraum der anderen, und die repulsive Kraft kann keinen entfernteren Theil bewegen, ohne vermittelst der dazwischen liegenden, und eine quer durch diese gehende unmittelbare Wirkung einer Materie auf eine andere durch Ausdehnungskräfte ist unmöglich. Dagegen einer Anziehungskraft, vermittelst deren eine Materie einen Raum einnimmt, ohne ihn zu erfüllen, dadurch sie also auf andere entfernte wirkt durch den leeren Raum, deren Wirkung setzt keine Materie, die dazwischen liegt, Grenzen. So muss nun die ursprüngliche Anziehung, welche die Materie selbst möglich macht, gedacht werden, und also ist sie eine durchdringende Kraft, und dadurch allein jederzeit der Quantität der Materie proportionirt.

Lehrsatz 8.

Die ursprüngliche Anziehungskraft, worauf selbst die Möglichkeit der Materie, als einer solchen beruht, erstreckt sich im Weltraume von jedem Theile derselben auf jeden andern unmittelbar ins Unendliche.

Beweis.

Weil die ursprüngliche Anziehungskraft zum Wesen der Materie gehört, so kommt sie auch jedem Theil derselben zu, nämlich unmittelbar auch in die Ferne zu wirken. Setzt nun: es sei eine Entfernung, über welche heraus sie sich nicht erstreckte, so würde diese Begrenzung der Sphäre ihrer Wirksamkeit entweder auf der innerhalb dieser Sphäre liegenden Materie, oder blos auf der Grösse des Raumes, auf welchen sie diesen Einfluss verbreitet, beruhen. Das Erstere findet nicht statt; denn diese Anziehung ist eine durchdringende Kraft und wirkt unmittelbar in der Entfernung, unerachtet aller dazwischen liegenden Materien, durch jeden Raum, als einen leeren Raum. Das Zweite findet gleichfalls nicht statt. Denn weil eine jede Anziehung eine bewegende Kraft ist, die einen Grad hat, unter dem ins Unendliche noch immer kleinere gedacht werden können; so würde in der grösseren Entfernung zwar ein Grund liegen, den Grad der Attraction, nach dem Maasse der Ausbreitung der Kraft, in umgekehrtem Verhältnisse zu vermindern,

niemals aber sie völlig aufzuheben. Da nun also nichts ist, was die Sphäre der Wirksamkeit der ursprünglichem Anziehung jedes Theils der Materie irgendwo begrenzte, so erstreckt sie sich über alle anzugebende Grenzen auf jede andere Materie, mithin im Weltraume ins Unendliche.

Zusatz 1.

Aus dieser ursprünglichen Anziehungskraft, als einer durchdringenden, von aller Materie, mithin in Proportion der Quantität derselben, ausgeübten und auf alle Materie, in alle mögliche Weiten, ihre Wirkung erstreckenden Kraft, müsste nun, in Verbindung mit der ihr entgegenwirkenden, nämlich zurücktreibenden Kraft, die Einschränkung der letzteren, mithin die Möglichkeit eines, in einem bestimmten Grade erfüllten Raumes abgeleitet werden können; und so würde der dynamische Begriff der Materie, als des Beweglichen, das seinen Raum (in bestimmtem Grade) erfüllt, construirt werden. Aber hiezu bedarf man eines Gesetzes des Verhältnisses, sowohl der ursprünglichen Anziehung, als Zurückstossung, in verschiedenen Entfernungen der Materie und ihrer Theile von einander, welches, da es nun lediglich auf dem Unterschiede der Richtung dieser beiden Kräfte (da ein Punkt getrieben wird, sich entweder andern zu nähern, oder sich von ihnen zu entfernen), und auf der Grösse des Raumes beruht, in den sich jede dieser Kräfte in verschiedenen Weiten verbreitet, eine reine mathematische Aufgabe ist, die nicht mehr für die Metaphysik gehört, selbst nicht was die Verantwortung betrifft, wenn es etwa nicht gelingen sollte, den Begriff der Materie auf diese Art zu construiren. Denn sie verantwortet blos die Richtigkeit der, unserer Vernunfterkenntniss vergönnten Elemente der Construction, die Unzulänglichkeit und die Schranken unserer Vernunft in der Ausführung verantwortet sie nicht.

Zusatz 2.

Da alle gegebene Materie mit einem bestimmten Grade der repulsiven Kraft ihren Raum erfüllen muss, um ein bestimmtes materielles Ding auszumachen, so kann nur eine ursprüngliche Anziehung im Conflict mit der ursprünglichen Zurückstossung einen bestimmten Grad der Erfüllung des Raums, mithin Materie möglich machen; es mag nun sein, dass der erstere von der eigenen Anziehung der Theile der zusammengedrückten Materie unter einander, oder von der Vereinigung derselben mit der Anziehung aller Weltmaterie herrühre.

Die ursprüngliche Anziehung ist der Quantität der Materie proportional und erstreckt sich ins Unendliche. Also kann die dem Maasse nach bestimmte Erfüllung eines Raumes durch Materie am Ende nur von der ins Unendliche sich erstreckenden Anziehung derselben bewirkt, und jeder Materie nach dem Maasse ihrer Zurückstossungskraft ertheilt werden.

Die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, die alle Materie auf alle und in allen Entfernungen unmittelbar ausübt, heisst die Gravitation; die Bestrebung, in der Richtung der grösseren Gravitation sich zu bewegen, ist die Schwere. Die Wirkung von der durchgängigen repulsiven Kraft der Theile jeder gegebenen Materie heisst dieser ihre ursprüngliche Elasticität. Diese also und die Schwere machen die einzigen *a priori* einzusehenden allgemeinen Charactere der Materie, jene innerlich, diese im äusseren Verhältnisse, aus; denn auf den Gründen beider beruht die Möglichkeit der Materie selbst; Zusammenhang, wenn er als die wechselseitige Anziehung der Materie, die lediglich auf die Bedingung der Berührung eingeschränkt ist, erklärt wird, gehört nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt, und kann daher *a priori* als damit verbunden nicht erkannt werden. Diese Eigenschaft würde also nicht metaphysisch, sondern physisch sein und daher nicht zu unseren gegenwärtigen Betrachtungen gehören.

Anmerkung 1.

Eine kleine Vorerinnerung zum Behufe des Versuches einer solchen vielleicht möglichen Construction kann ich doch nicht unterlassen, beizufügen.

1) Von einer jeden Kraft, die in verschiedene Weiten unmittelbar wirkt, und in Ansehung des Grades, womit sie auf einen jeden in gewisser Weite gegebenen Punkt bewegende Kraft ausübt, nur durch die Grösse des Raumes, in welchem sie sich ausbreiten muss, um auf jenen Punkt zu wirken, eingeschränkt wird, kann man sagen: dass sie in allen Räumen, in die sie sich verbreitet, so klein oder gross sie auch sein mögen, immer ein gleiches Quantum ausmache, dass aber der Grad ihrer Wirkung auf jenen Punkt in diesem Raume jederzeit im umgekehrten Verhältniss des Raumes stehe, in welchen sie sich hat verbreiten müssen, um auf ihn wirken zu können. So breitet sich z. B. von einem leuchtenden Punkt das Licht allerwärts in Kugelflächen aus, die mit den Quadraten der Entfernung immer wachsen, und das Quantum der Erleuchtung ist in allen diesen ins Unendliche grösseren Kugelflächen im

Ganzen immer dasselbe, woraus aber folgt: dass ein in dieser Kugelfläche angenommener gleicher Theil dem Grade nach desto weniger erleuchtet sein müsse, als jene Fläche der Verbreitung ebendesselben Lichtquantum grösser ist, und so bei allen anderen Kräften und Gesetzen, nach welchen sie sich entweder in Flächen, oder auch körperlichen Raum verbreiten müssen, um ihrer Natur nach auf entfernte Gegenstände zu wirken. Es ist besser, die Verbreitung einer bewegenden Kraft aus einem Punkt in alle Weiten so vorzustellen, als auf die gewöhnliche Art, wie es unter anderm in der Optik geschieht, durch von einem Mittelpunkte auseinander laufende Zirkelstrahlen. Denn da auf solche Art gezogene Linien niemals den Raum, durch den sie gehen, und also auch nicht die Fläche, auf die sie treffen, füllen können, so viel deren auch gezogen oder angelegt werden, welches die unvermeidliche Folge ihrer Divergenz ist, so geben sie nur zu beschwerlichen Folgerungen, diese aber zu Hypothesen Anlass, die gar wohl vermieden werden könnten, wenn man blos die Grösse der ganzen Kugelfläche in Betrachtung zöge, die von der derselben Quantität Licht gleichförmig erleuchtet werden soll, und den Grad der Erleuchtung derselben in jeder Stelle, wie natürlich, in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Grösse zum Ganzen nimmt, und so bei aller anderen Verbreitung einer Kraft durch Räume von verschiedener Grösse.

2) Wenn die Kraft eine unmittelbare Anziehung in der Ferne ist, so muss um desto mehr die Richtungslinie der Anziehung nicht, als ob sie von dem ziehenden Punkte wie Strahlen ausliefen, sondern so wie sie von allen Punkten der umgebenden Kugelfläche (deren Halbmesser jene gegebene Weite ist), zum ziehenden Punkt zusammenlaufen, vorgestellt werden. Denn selbst die Richtungslinie der Bewegung zum Punkte hin, der die Ursache und Ziel derselben ist, gibt schon den *terminus a quo* an, von wo die Linien anfangen müssen, nämlich von allen Punkten der Oberfläche, von dem sie zum ziehenden Mittelpunkte und nicht umgekehrt ihre Richtung haben; denn jene Grösse der Fläche bestimmt allein die Menge der Linien, der Mittelpunkt lässt sie unbestimmt.*)

*) Es ist unmöglich, nach Linien, die sich strahlenweise aus einem Punkte ausbreiten, Flächen in gegebenen Entfernungen als mit der Wirkung derselben, sie sei Erleuchtung oder Anziehung, ganz erfüllt vorzustellen. So würde bei solchen auslaufenden Lichtstrahlen die geringere Erleuchtung einer entfernten Fläche blos darauf beruhen, dass zwischen den erleuchteten Stellen unerleuchtete, und diese desto grösser, je weiter die Fläche entfernt, übrig bleiben. EULER's Hypothese vermeidet diese Unschicklichkeit, hat aber freilich desto mehr Schwierigkeit, die geradlinigte Bewegung des Lichts begreiflich zu machen. Diese Schwierigkeit aber rührt von einer gar wohl vermeidlichen mathematischen Vor-

3) Wenn die Kraft eine unmittelbare Zurückstossung ist, dadurch ein Punkt (in der blos mathematischen Darstellung) einen Raum dynamisch erfüllt, und es ist die Frage, nach welchem Gesetze der unendlich kleinen Entfernungen (die hier den Berührungen gleich gelten), eine ursprüngliche repulsive Kraft (deren Einschränkung folglich lediglich auf dem Raum beruht, in dem sie verbreitet worden), in verschiedenen Entfernungen wirke; so kann man noch weniger diese Kraft durch divergirende Zurückstossungsstrahlen aus dem angenommenen repellirenden Punkte vorstellig machen, obgleich die Richtung der Bewegung ihn zum *terminus a quo* hat, weil der Raum, in welchem die Kraft verbreitet werden muss, um in der Entfernung zu wirken, ein körperlicher Raum ist, der als erfüllt gedacht werden soll (wovon die Art, wie nämlich ein Punkt durch bewegende Kraft dieses, d. i. dynamisch, einen Raum körperlich erfüllen könne, freilich keiner weiteren mathematischen Darstellung fähig ist), und divergirende Strahlen aus einem Punkte die repellirende Kraft eines körperlichen erfüllten Raumes unmöglich vorstellig machen können; sondern man würde die Zurückstossung, bei verschiedenen unendlich kleinen Entfernungen dieser einander treibenden Punkte, schlechterdings blos in umgekehrtem Verhältnisse der körperlichen Räume, die jeder dieser Punkte dynamisch erfüllt, mithin des Cubus der Entfernungen derselben von einander, schätzen, ohne sie construiren zu können.

4) Also würde die ursprüngliche Anziehung der Materie in um-

---

stellung der Lichtmaterie, als einer Anhäufung von Kügelchen her, die freilich, nach ihrer verschiedentlich schiefen Lage gegen die Richtung des Stosses, Seitenbewegung des Lichtes geben würde, da an dessen Statt nichts hindert, diese Materie als ein ursprünglich Flüssiges, und zwar durch und durch, ohne in feste Körperchen zertheilt zu sein, zu denken. Will der Mathematiker die Abnahme des Lichts bei zunehmender Entfernung anschaulich machen, so bedient er sich auslaufender Zirkelstrahlen, um auf der Kugelfläche ihrer Verbreitung die Grösse des Raumes, darin dieselbe Quantität des Lichts zwischen diesen Zirkelstrahlen gleichförmig verbreitet werden soll, mithin die Verringerung des Grades der Erleuchtung darzustellen; er will aber nicht, dass man diese Strahlen als die einzig erleuchtenden ansehen solle, gleich als ob immer lichtleere Plätze, die bei grösserer Weite grösser würden, zwischen ihnen anzutreffen wären. Will man jede solcher Flächen als durchaus erleuchtet sich vorstellen, so muss dieselbe Quantität der Erleuchtung, die die kleinere bedeckt, auf der grösseren als gleichförmig gedacht werden, und müssen also, um die geradlinigte Richtung anzuzeigen, von der Fläche und allen ihren Punkten zu dem leuchtenden gerade Linien gezogen werden. Die Wirkung und ihre Grösse muss vorher gedacht sein und darauf die Ursache verzeichnet werden. Eben dieses gilt von den Anziehungsstrahlen, wenn man sie so nennen will, ja von allen Richtungen der Kräfte, die von einem Punkte aus einen Raum, und wäre er auch ein körperlicher, erfüllen sollen.

gekehrtem Verhältniss der Quadrate der Entfernung in alle Weiten, die ursprüngliche Zurückstossung in umgekehrtem Verhältniss der Würfel der unendlich kleinen Entfernungen wirken, und durch eine solche Wirkung und Gegenwirkung beider Grundkräfte würde Materie von einem bestimmten Grade der Erfüllung ihres Raumes möglich sein; weil, da die Zurückstossung bei Annäherung der Theile in grösserem Maasse wächst, als die Anziehung, die Grenze der Annäherung, über die durch gegebene Anziehung keine grössere möglich ist, mithin auch jener Grad der Zusammendrückung bestimmt ist, der das Maass der intensiven Erfüllung des Raumes ausmacht.

Anmerkung 2.

Ich sehe wohl die Schwierigkeit dieser Erklärungsart der Möglichkeit einer Materie überhaupt, die darin besteht, dass, wenn ein Punkt durch repulsive Kraft unmittelbar keinen anderen treiben kann, ohne zugleich den ganzen körperlichen Raum bis zu der gegebenen Entfernung durch seine Kraft zu erfüllen, dieser alsdenn, wie zu folgen scheint, mehrere treibende Punkte enthalten müsste, welches der Voraussetzung widerspricht, und oben (Lehrsatz 4) unter dem Namen einer Sphäre der Zurückstossung des Einfachen im Raume widerlegt war. Es ist aber ein Unterschied zwischen dem Begriffe eines wirklichen Raumes, der gegeben werden kann, und der blossen Idee von einem Raume, der lediglich zur Bestimmung des Verhältnisses gegebener Räume gedacht wird, in der That aber kein Raum ist, zu machen. In dem angeführten Falle einer vermeinten physischen Monadologie sollten es wirkliche Räume sein, welche von einem Punkte dynamisch, nämlich durch Zurückstossung, erfüllt wären, denn sie existirten, als Punkte, vor aller daraus möglichen Erzeugung der Materie, und bestimmten durch die ihnen eigene Sphäre ihrer Wirksamkeit den Theil des zu erfüllenden Raumes, der ihnen angehören könnte. Daher kann in gedachter Hypothese die Materie auch nicht als ins Unendliche theilbar und als Quantum continuum angesehen werden; denn die Theile, die unmittelbar einander zurückstossen, haben doch eine bestimmte Entfernung von einander (die Summe der Halbmesser der Sphäre ihrer Zurückstossung); dagegen, wenn wir, wie es wirklich geschieht, die Materie als stetige Grösse denken, ganz und gar keine Entfernung der einander unmittelbar zurückstossenden Theile stattfindet, folglich auch keine grösser oder kleiner werdende Sphäre ihrer unmittelbaren Wirksamkeit. Nun können sich aber Materien ausdehnen, oder zusammengedrückt werden (wie die Luft), und da stellt man sich eine Entfernung ihrer nächsten Theile vor, die da wachsen und abnehmen könne. Weil aber

die nächsten Theile einer stetigen Materie einander berühren, sie mag nun weiter ausgedehnt oder zusammengedrückt sein, so denkt man sich jene Entfernungen von einander als unendlich klein, und diesen unendlich kleinen Raum als im grösseren oder kleineren Grade von ihrer Zurückstossungskraft erfüllt. Der unendlich kleine Zwischenraum ist aber von der Berührung gar nicht unterschieden, also nur die Idee vom Raume, die dazu dient, um die Erweiterung einer Materie, als stetiger Grösse, anschaulich zu machen, ob sie zwar wirklich so gar nicht begriffen werden kann. Wenn es also heisst: die zurückstossenden Kräfte der einander unmittelbar treibenden Theile der Materie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der Würfel ihrer Entfernungen, so bedeutet das nur: sie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der körperlichen Räume, die man sich zwischen Theilen denkt, die einander dennoch unmittelbar berühren, und deren Entfernung eben darum unendlich klein genannt werden muss, damit sie von aller wirklichen Entfernung unterschieden werde. Man muss also aus den Schwierigkeiten der Construction eines Begriffs, oder vielmehr aus der Missdeutung derselben, keinen Einwurf wider den Begriff selber machen; denn sonst würde er die mathematische Darstellung der Proportion, mit welcher die Anziehung in verschiedenen Entfernungen geschieht, ebensowohl, als diejenigen, wodurch ein jeder Punkt in einem sich ausdehnenden oder zusammengedrückten Ganzen von Materie den andern unmittelbar zurückstösst, treffen. Das allgemeine Gesetz der Dynamik würde in beiden Fällen dieses sein: die Wirkung der bewegenden Kraft, die von einem Punkte auf jeden anderen ausser ihm ausgeübt wird, verhält sich umgekehrt wie der Raum, in welchem dasselbe Quantum der bewegenden Kraft sich hat ausbreiten müssen, um auf diesen Punkt unmittelbar in der bestimmten Entfernung zu wirken.

Aus dem Gesetze der ursprünglich einander zurückstossenden Theile der Materie in umgekehrtem cubischen Verhältnisse ihrer unendlich kleinen Entfernungen müsste also nothwendig ein ganz anderes Gesetz der Ausdehnung und Zusammendrückung derselben, als das Mariottesche der Luft, folgen; denn dieses beweist fliehende Kräfte ihrer nächsten Theile, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen stehen, wie NEWTON darthut *(Princ. Phil. Nat. Lib. II. Propos. 23. Schol.)*. Allein man kann die Ausspannungskraft der letzteren auch nicht als die Wirkung ursprünglich zurückstossender Kräfte ansehen, sondern sie beruht auf der Wärme, die nicht blos als eine in sie eingedrungene Materie, sondern allem Ansehen nach durch ihre Erschütterungen die eigentlichen Lufttheile (denen man überdem wirkliche Entfernungen von einander zugestehen kann) nöthigt, einander zu fliehen. Dass aber diese Bebungen

der einander nächsten Theile eine Fliehkraft, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen steht, ertheilen müssen, lässt sich nach den Gesetzen der Mittheilung der Bewegung durch Schwingung elastischer Materien wohl begreiflich machen.

Noch erkläre ich, dass ich nicht wolle, dass gegenwärtige Exposition des Gesetzes einer ursprünglichen Zurückstossung als zur Absicht meiner metaphysischen Behandlung der Materie nothwendig gehörig angesehen, noch die letztere (welcher es genug ist, die Erfüllung des Raums als dynamische Eigenschaft derselben dargestellt zu haben), mit den Streitigkeiten und Zweifeln, welche die erste treffen könnten, bemengt werde.

Allgemeiner Zusatz zur Dynamik.

Wenn wir nach allen Verhandlungen derselben zurücksehen, so werden wir bemerken: dass darin zuerst das **Reelle** im Raume (sonst genannt das Solide), in der Erfüllung desselben durch Zurückstossungskraft, zweitens das, was in Ansehung des ersteren, als des eigentlichen Objects unserer äusseren Wahrnehmung, **negativ** ist, nämlich die Anziehungskraft, durch welche, so viel an ihr ist, aller Raum würde durchdrungen, mithin das Solide gänzlich aufgehoben werden, drittens die **Einschränkung** der ersteren Kraft durch die zweite und die daher rührende Bestimmung des Grades einer Erfüllung des Raumes in Betrachtung gezogen, mithin die Qualität der Materie unter den Titeln der Realität, Negation und Limitation, so viel es einer metaphysischen Dynamik zukommt, vollständig abgehandelt worden.

Allgemeine Anmerkung zur Dynamik.

Das allgemeine Princip der Dynamik der materiellen Natur ist, dass alles Reale der Gegenstände äusserer Sinne, die das, was nicht blos Bestimmung des Raums (Ort, Ausdehnung und Figur) ist, als bewegende Kraft angesehen werden müsse; wodurch also das sogenannte Solide, oder die absolute Undurchdringlichkeit als ein leerer Begriff aus der Naturwissenschaft verwiesen und an ihrer Statt zurücktreibende Kraft gesetzt, dagegen aber die wahre und unmittelbare Anziehung gegen alle Vernünfteleien einer sich selbst missverstehenden Metaphysik vertheidigt, und als Grundkraft selbst zur Möglichkeit des Begriffs von Materie für nothwendig erklärt wird. Hieraus entspringt nun die Folge, dass der Raum wenn man es nöthig finden sollte, auch ohne leere Zwischenräume innerhalb der Materie auszustreuen, allenfalls durchgängig und gleichwohl

in verschiedenem Grade erfüllt angenommen werden könne. Denn es kann nach dem ursprünglich verschiedenen Grade der repulsiven Kräfte, auf denen die erste Eigenschaft der Materie, nämlich die, einen Raum zu erfüllen, beruht, ihr Verhältniss zur ursprünglichen Anziehung (es sei einer jeden Materie für sich selbst, oder zur vereinigten Anziehung aller Materie des Universums), unendlich verschieden gedacht werden; weil die Anziehung auf der Menge der Materie in einem gegebenen Raume beruht, dahingegen die expansive Kraft derselben auf dem Grade ihn zu erfüllen, der specifisch sehr unterschieden sein kann (wie etwa dieselbe Quantität Luft in demselben Volumen nach ihrer grösseren oder minderen Erwärmung mehr oder weniger Elasticität beweist); wovon der allgemeine Grund dieser ist: dass durch wahre Anziehung alle Theile der Materie unmittelbar auf alle Theile der andern, durch expansive Kraft aber nur die in der Berührungsfläche wirken, wobei es einerlei ist, ob hinter dieser viel oder wenig von dieser Materie angetroffen werde. Hieraus allein entspringt nun schon ein grosser Vortheil für die Naturwissenschaft, weil ihr dadurch die Last abgenommen wird, aus dem Vollen und Leeren eine Welt blos nach der Phantasie zu zimmern, vielmehr alle Räume voll und doch in verschiedenem Maasse erfüllt gedacht werden können, wodurch der leere Raum wenigstens seine Nothwendigkeit verliert und auf den Werth einer Hypothese zurückgesetzt wird, da er sonst, unter dem Vorwande einer zur Erklärung der verschiedentlichen Grade der Erfüllung des Raumes nothwendigen Bedingung, sich des Titels eines Grundsatzes anmaassen konnte.

Bei allem diesem ist der Vortheil einer hier methodisch-gebrauchten Metaphysik, in Abstellung gleichfalls metaphysischer, aber nicht auf die Probe der Kritik gebrachter Principien, augenscheinlich nur negativ. Indirect wird gleichwohl dadurch dem Naturforscher sein Feld erweitert; weil die Bedingungen, durch die er es vorher selbst einschränkte, und wodurch alle ursprüngliche Bewegungskräfte wegphilosophirt wurden, jetzt ihre Gültigkeit verlieren. Man hüte sich aber über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinauszugehen, und die besondere oder sogar specifische Bestimmung und Verschiedenheit derselben *a priori* erklären zu wollen. Der Begriff der Materie wird auf lauter bewegende Kräfte zurückgeführt, welches man auch nicht anders erwarten konnte, weil im Raume keine Thätigkeit, keine Veränderung, als blos Bewegung gedacht werden kann. Allein wer will die Möglichkeit der Grundkräfte einsehen? sie können nur angenommen werden, wenn sie zu einem Begriff, von dem es erweislich ist, dass er ein Grundbegriff sei, der von keinem anderen weiter abgeleitet werden kann (wie

der der Erfüllung des Raumes), unvermeidlich gehören, und dieses sind Zurückstossungs- und ihnen entgegenwirkende Anziehungskräfte überhaupt. Von dieser ihrer Verknüpfung und Folgen können wir allenfalls noch wohl *a priori* urtheilen, welche Verhältnisse derselben unter einander man sich, ohne sich selbst zu widersprechen, denken könne, aber sich darum doch nicht anmassen, eine derselben als wirklich anzunehmen, weil zur Befugniss, eine Hypothese zu errichten, unnachlasslich gefordert wird: dass die Möglichkeit dessen, was man annimmt, völlig gewiss sei, bei Grundkräften aber die Möglichkeit derselben niemals eingesehen werden kann. Und hierin hat die mathematisch-mechanische Erklärungsart über die metaphysisch-dynamische einen Vortheil, der ihr nicht abgewonnen werden kann, nämlich aus einem durchgehends gleichartigen Stoffe, durch die mannigfaltige Gestalt der Theile, vermittelst eingestreuter leerer Zwischenräume, eine grosse specifische Mannigfaltigkeit der Materien, sowohl ihrer Dichtigkeit, als Wirkungsart nach (wenn fremde Kräfte hinzukommen), zu Stande zu bringen. Denn die Möglichkeit der Gestalten sowohl, als der leeren Zwischenräume lässt sich mit mathematischer Evidenz darthun; dagegen, wenn der Stoff selbst in Grundkräfte verwandelt wird (deren Gesetze *a priori* zu bestimmen, noch weniger aber eine Mannigfaltigkeit derselben, welche zu Erklärung der specifischen Verschiedenheit der Materie zureichte, zuverlässig anzugeben, wir nicht im Stande sind), uns alle Mittel abgehen, diesen Begriff der Materie zu construiren, und, was wir allgemein dachten, in der Anschauung als möglich darzustellen. Aber jenen Vortheil büsst dagegen eine blos mathematische Physik auf der anderen Seite doppelt ein, indem sie erstlich einen leeren Begriff (der absoluten Undurchdringlichkeit) zum Grunde legen, zweitens alle der Materie eigene Kräfte aufgeben muss, und überdem noch mit ihren ursprünglichen Configurationen des Grundstoffs und Einstreuung der leeren Räume, nachdem es das Bedürfniss zu erklären erfordert, der Einbildungskraft im Felde der Philosophie mehr Freiheit, ja gar rechtmässigen Anspruch verstatten muss, als sich wohl mit der Behutsamkeit der letzteren zusammenreimen lässt.

Statt einer hinreichenden Erklärung der Möglichkeit der Materie und ihrer specifischen Verschiedenheit aus jenen Grundkräften, die ich nicht zu leisten vermag, will ich die Momente, worauf ihre specifische Verschiedenheit sich insgesammt *a priori* bringen (obgleich nicht eben so ihrer Möglichkeit nach begreifen) lassen muss, wie ich hoffe, vollständig darstellen. Die zwischen die Definitionen geschobenen Anmerkungen werden die Anwendung derselben erläutern.

1. Ein **Körper**, in physischer Bedeutung, ist eine Materie zwischen bestimmten Grenzen (die also eine Figur hat). Der Raum zwischen diesen Grenzen, seiner Grösse nach betrachtet, ist der **Raumesinhalt** (*volumen*). Der Grad der Erfüllung eines Raumes von bestimmtem Inhalt heisst **Dichtigkeit.** (Sonst wird der Ausdruck dicht auch absolut gebraucht für das, was nicht hohl [blasicht, löchericht] ist.) In dieser Bedeutung gibt es eine absolute Dichtigkeit in dem System der absoluten Undurchdringlichkeit, und zwar, wenn eine Materie gar keine leeren Zwischenräume enthält. Nach diesem Begriffe von Erfüllung des Raumes stellt man Vergleichungen an, und nennt eine Materie dichter, als die andere, die weniger Leeres in sich enthält, bis endlich die, in der kein Theil des Raumes leer ist, vollkommen dicht heisst. Des letzteren Ausdruckes kann man sich nur nach dem blos mathematischen Begriffe der Materie bedienen, allein im dynamischen System einer blos relativen Undurchdringlichkeit gibt es kein Maximum oder Minimum der Dichtigkeit, und gleichwohl kann jede noch so dünne Materie doch völlig dicht heissen, wenn sie ihren Raum ganz erfüllt, ohne leere Zwischenräume zu enthalten, mithin ein Continuum, nicht ein Interruptum ist; allein sie ist doch in Vergleichung mit einer andern weniger dicht, in dynamischer Bedeutung, wenn sie ihren Raum zwar ganz, aber nicht in gleichem Grade erfüllt. Allein auch in dem letzteren System ist es unschicklich, sich ein Verhältniss der Materien ihrer Dichtigkeit nach zu denken, wenn man sie sich nicht unter einander als specifisch gleichartig vorstellt, so dass eine aus der andern durch blosse Zusammendrückung erzeugt werden kann. Da nun das Letztere nicht eben nothwendig zur Natur aller Materie an sich erforderlich zu sein scheint, so kann zwischen ungleichartigen Materien keine Vergleichung in Ansehung ihrer Dichtigkeit füglich stattfinden, z. B. zwischen Wasser und Quecksilber, ob zwar es im Gebrauche ist.

2. Anziehung, sofern sie blos als in der Berührung wirksam gedacht wird, heisst **Zusammenhang**. (Zwar thut man durch sehr gute Versuche dar, dass dieselbe Kraft, die in der Berührung Zusammenhang heisst, auch in sehr kleiner Entfernung wirksam befunden werde; allein die Anziehung heisst doch nur Zusammenhang, sofern ich sie blos in der Berührung denke, der gemeinen Erfahrung gemäss, bei welcher sie in kleinen Entfernungen kaum wahrgenommen wird. Zusammenhang wird gemeinhin für eine ganz allgemeine Eigenschaft der Materie angenommen, nicht als ob man zu ihr schon durch den Begriff einer Materie geleitet würde, sondern weil die Erfahrung sie allerwärts darthut. Allein diese Allgemeinheit muss nicht collectiv verstanden

werden, als ob jede Materie durch diese Art der Anziehung auf jede andere im Weltraume zugleich wirkte, — dergleichen die der Gravitation ist, — sondern blos disjunctiv, nämlich auf eine oder die andere, von welcher Art Materien sie auch sein mag, die mit ihr in Berührung kommt. Um deswillen, und da diese Anziehung, wie es verschiedene Beweisgründe darthun können, nicht durchdringend, sondern nur Flächenkraft ist, da sie selbst als solche nicht einmal allerwärts nach der Dichtigkeit sich richtet, da zur völligen Stärke des Zusammenhanges ein vorhergehender Zustand der Flüssigkeit der Materien und der nachmaligen Erstarrung derselben erforderlich ist, und die allergenaueste Berührung gebrochener fester Materien in ebendenselben Flächen, mit denen sie vorher so stark zusammenhingen, z. B. eines Spiegelglases, wo es einen Riss hat, dennoch bei weitem den Grad der Anziehung nicht mehr verstattet, den es von seiner Erstarrung nach dem Flusse her hatte, so halte ich diese Attraction in der Berührung für keine Grundkraft der Materie, sondern eine nur abgeleitete; wovon weiter unter ein Mehreres.) Eine Materie, deren Theile, unerachtet ihres noch so starken Zusammenhanges unter einander, dennoch von jeder noch so kleinen bewegenden Kraft an einander können verschoben werden, ist **flüssig**. Theile einer Materie werden aber an einander **verschoben**, wenn sie, ohne das Quantum der Berührung zu vermindern, nur genöthigt werden, diese unter einander zu verwechseln. Theile, mithin auch Materien werden **getrennt**, wenn die Berührung nicht blos mit andern verwechselt, sondern aufgehoben oder ihr Quantum vermindert wird. Ein **fester** — besser ein **starrer** — Körper (*corpus rigidum*) ist der, dessen Theile nicht durch jede Kraft an einander verschoben werden können, — die folglich mit einem gewissen Grade von Kraft dem Verschieben widerstehen. — Das Hinderniss des Verschiebens der Materien an einander ist die **Reibung**. Der Widerstand gegen die Trennung sich berührender Materien ist der Zusammenhang. Flüssige Materien erleiden also in ihrer Theilung keine Reibung, sondern wo diese angetroffen wird, werden die Materien als starr, — in grösserem oder minderem Grade, deren die letzte Klebrigkeit (*viscositas*) heisst, wenigstens ihren kleineren Theilen nach, angenommen. Der starre Körper ist **spröde**, wenn seine Theile nicht können an einander verschoben werden, ohne zu reissen, — mithin wenn der Zusammenhang derselben nicht kann verändert, ohne zugleich aufgehoben zu werden. (Man setzt sehr unrichtig den Unterschied der

flüssigen und festen Materien in den verschiedenen Grad des Zusammenhanges ihrer Theile. Denn um eine Materie flüssig zu nennen, kommt es nicht auf den Grad des Widerstandes an, den sie dem Zerreissen, sondern nur dem Verschieben ihrer Theile an einander entgegensetzt. Jener kann so gross sein, als man will, so ist dieser doch jederzeit in einer flüssigen Materie = 0. Man betrachte einen Tropfen Wasser. Wenn ein Theilchen innerhalb demselben durch eine noch so grosse Attraction der Nebentheile, die es berühren, nach der einen Seite gezogen wird, so wird ebendasselbe doch auch gerade ebenso viel nach der entgegengesetzten gezogen, und da die Attractionen beiderseitig ihre Wirkungen aufheben, ist das Partikelchen ebenso leicht beweglich, als ob es im leeren Raume sich befände; nämlich die Kraft, die es bewegen soll, hat keinen Zusammenhang zu überwinden, sondern nur die sogenannte Trägheit, die sie bei aller Materie, wenn sie gleich gar nicht womit zusammenhinge, überwinden müsste. Daher wird ein kleines mikroskopisches Thierchen sich so leicht darin bewegen, als ob gar kein Zusammenhang zu trennen wäre. Denn es hat wirklich keinen Zusammenhang des Wassers aufzuheben und die Berührung desselben unter sich zu vermindern, sondern nur zu verändern. Denkt euch aber eben dieses Thierchen, als ob es sich durch die äussere Oberfläche des Tropfens durcharbeiten wollte, so ist erstlich zu merken, dass die wechselseitige Anziehung der Theile dieses Wasserklümpchens es macht, dass sie sich so lange bewegen, bis sie in die grösste Berührung unter einander, mithin in die kleinste Berührung mit dem leeren Raum gekommen sind, d. i. eine Kugelgestalt gebildet haben. Wenn nun das genannte Insect sich über die Oberfläche des Tropfens hinaus zu arbeiten bestrebt ist, so muss es die Kugelgestalt verändern, folglich mehr Berührung des Wassers mit dem leeren Raum, und also auch weniger Berührung der Theile desselben unter einander bewirken, d. i. ihren Zusammenhang vermindern, und da widersteht ihm das Wasser allererst durch seinen Zusammenhang, aber nicht innerhalb dem Tropfen, wo die Berührung der Theile unter einander gar nicht vermindert, sondern nur in die Berührung mit andern Theilen verändert wird, mithin diese nicht im mindesten getrennt, sondern nur verschoben worden. Auch kann man auf das mikroskopische Thierchen, und zwar aus ähnlichen Gründen anwenden, was NEWTON vom Lichtstrahl sagt, dass er nicht durch die dichte Materie, sondern nur durch den leeren Raum zurückgeschlagen werde. Es ist also klar, dass die Vergrösserung des Zusammenhanges der Theile einer Materie ihrer Flüssigkeit nicht den mindesten Abbruch thue. Wasser hängt in seinen Theilen weit stärker zusammen, als man gemeiniglich glaubt, wenn man sich auf

den Versuch einer von der Oberfläche des Wassers losgerissenen metallenen Platte verlässt, welcher nichts entscheidet, weil hier das Wasser nicht in der ganzen Fläche der ersten Berührung, sondern in einer viel kleineren reisst, zu welcher es nämlich durch das Verschieben seiner Theile endlich gelangt ist, wie etwa ein Stab von weichem Wachse sich durch ein angehängtes Gewicht erstlich dünner ziehen lässt, und alsdenn in einer weit kleineren Fläche reissen muss, als man anfänglich annahm. Was aber in Ansehung unseres Begriffs der Flüssigkeit ganz entscheidend ist, ist dieses: dass flüssige Materien auch als solche erklärt werden können, deren jeder Punkt nach allen Directionen mit ebenderselben Kraft sich zu bewegen trachtet, mit welcher er nach irgend einer gedrückt wird; eine Eigenschaft, auf der das erste Gesetz der Hydrodynamik beruht, die aber einer Anhäufung von glatten und dabei festen Körperchen, wie eine ganz leichte Auflösung ihres Drucks nach Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung zeigen kann, niemals beigelegt werden kann, und dadurch die Originalität der Eigenschaft der Flüssigkeit beweist. Würde nun die flüssige Materie das mindeste Hinderniss des Verschiebens, mithin auch nur die kleinste Reibung erleiden, so würde diese mit der Stärke des Druckes, womit die Theile derselben an einander gepresst werden, wachsen und endlich ein Druck stattfinden, bei welchem die Theile dieser Materie sich nicht an einander durch jede kleine Kraft verschieben lassen; z. B. in einer gebogenen Röhre von zwei Schenkeln, deren der eine so weit sein mag, als man will, der andere so enge, als man will, ausser dass er nur nicht ein Haarröhrchen ist, — würde, wenn man beide Schenkel einige hundert Fuss hoch denkt, die flüssige Materie in der engen ebenso hoch stehen, als in der weiten, nach Gesetzen der Hydrostatik. Weil aber der Druck auf den Boden der Röhren und also auch auf den Theil, der beide in Gemeinschaft stehende Röhren verbindet, in Proportion der Höhen ins Unendliche immer grösser gedacht werden kann, so müsste, wenn die mindeste Reibung zwischen den Theilen des Flüssigen stattfände, eine Höhe der Röhren gefunden werden können, bei der eine kleine Quantität Wasser, in die engere Röhre gegossen, das in der weiteren nicht aus seiner Lage verrücken, mithin die Wassersäule in dieser höher zu stehen kommen würde, als in jener, weil sich die unteren Theile, bei so grossem Drucke derselben gegen einander, nicht mehr durch so kleine bewegende Kraft, als das zugesetzte Gewicht Wasser ist, verschieben liessen, welches der Erfahrung und selbst dem Begriffe des Flüssigen zuwider ist. Ebendasselbe gilt, wenn man statt des Drucks durch die Schwere den Zusammenhang der Theile setzt, er mag so gross sein, wie er will. Die angeführte zweite Definition der

Flüssigkeit, worauf das Grundgesetz der Hydrostatik beruht, nämlich dass sie die Eigenschaft einer Materie sei, da ein jeder Theil derselben sich nach allen Seiten mit ebenderselben Kraft zu bewegen bestrebt ist, womit er in einer gegebenen Direction gedrückt wird, folgt aus der ersten Definition, wenn man damit den Grundsatz der allgemeinen Dynamik verbindet, dass alle Materie ursprünglich elastisch sei, da denn diese nach jeder Seite des Raums, darin sie zusammengedrückt ist, mit derselben Kraft sich zu erweitern, d. i. (wenn die Theile einer Materie sich an einander durch jede Kraft ohne Hinderniss verschieben lassen, wie es bei der flüssigen so wirklich ist), sich zu bewegen bestrebt sein muss, womit der Druck in einer jeden Richtung, welche es auch sei, geschieht. Also sind es eigentlich nur die starren Materien (deren Möglichkeit noch ausser dem Zusammenhange der Theile eines anderen Erklärungsgrundes bedarf), denen man Reibung beilegen darf, und die Reibung setzt schon die Eigenschaft der Rigidität voraus. Warum aber gewisse Materien, ob sie gleich vielleicht nicht grössere, vielleicht wohl gar kleinere Kraft des Zusammenhanges haben, als andere flüssige, dennoch dem Verschieben der Theile so mächtig widerstehen, und daher nicht anders als durch Aufhebung des Zusammenhanges aller Theile in einer gegebenen Fläche zugleich, sich trennen lassen, welches denn den Schein eines vorzüglichen Zusammenhanges gibt, wie also starre Körper möglich seien, das ist immer noch ein unaufgelöstes Problem, so leicht als auch die gemeine Naturlehre damit fertig zu werden glaubt.)

3. **Elasticität** (Springkraft) ist das Vermögen einer Materie, *ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Grösse oder Gestalt bei Nachlassung derselben wiederum anzunehmen*. Sie ist entweder *expansive*, oder *attractive* Elasticität; jene, um nach der Zusammendrückung das vorige grössere, diese, um nach der Ausdehnung das vorige kleinere Volumen anzunehmen. (Die attractive Elasticität ist, wie es schon der Ausdruck zeigt, offenbar abgeleitet. Ein eiserner Draht, durch angehängte Gewichte gedehnt, springt, wenn man das Band abschneidet, in sein Volumen zurück. Vermöge derselben Attraction, die die Ursache seines Zusammenhanges ist, oder bei flüssigen Materien, wenn die Wärme dem Quecksilber plötzlich entzogen würde, würde die Materie desselben eilen, um das vorige kleinere Volumen wieder anzunehmen. Die Elasticität die blos in Herstellung der vorigen Figur besteht, ist jederzeit attractiv, wie an einer gebogenen Degenklinge, da die Theile auf der convexen Fläche auseinander gezerrt, ihre vorige Nahheit anzunehmen trachten, und so kann auch ein kleiner Tropfen Quecksilber elastisch genannt werden. Aber die expansive

Elasticität kann eine ursprüngliche, sie kann aber auch eine abgeleitete sein. So hat die Luft eine abgeleitete Elasticität, vermittelst der Materie der Wärme, welche mit ihr innigst vereinigt ist, und deren Elasticität vielleicht ursprünglich ist. Dagegen muss der Grundstoff des Flüssigen, welches wir Luft nennen, dennoch als Materie überhaupt schon an sich Elasticität haben, welche ursprünglich heisst. Von welcher Art eine wahrgenommene Elasticität sei, ist in vorkommenden Fällen nicht möglich mit Gewissheit zu entscheiden.)

4. Die Wirkung bewegter Körper auf einander durch Mittheilung ihrer Bewegung heisst **mechanisch**; die der Materien aber, sofern sie auch in Ruhe durch eigene Kräfte wechselseitig die Verbindung ihrer Theile verändern, heisst **chemisch**. Dieser chemische Einfluss heisst **Auflösung**, sofern er die Trennung der Theile einer Materie zur Wirkung hat (die mechanische Theilung, z. B. durch einen Keil, der zwischen die Theile einer Materie getrieben wird, ist also, weil der Keil nicht durch eigene Kraft wirkt, von einer chemischen gänzlich unterschieden); derjenige aber, der die Absonderung zweier durch einander aufgelöster Materien zur Wirkung hat, ist die **Scheidung**. Die Auflösung specifisch verschiedener Materien durch einander, darin kein Theil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Theile der andern von ihr specifisch unterschiedenen in derselben Proportion, wie die Ganzen, vereinigt wäre, ist die absolute Auflösung, und kann auch die chemische Durchdringung genannt werden. (Ob die auflösenden Kräfte, die in der Natur wirklich anzutreffen sind, eine vollständige Auflösung zu bewirken vermögen, mag unausgemacht bleiben. Hier ist nur die Frage davon, ob sich eine solche nur denken lasse.) Nun ist offenbar, dass, so lange die Theile einer aufgelösten Materie noch Klümpchen (*moleculae*) sind, nicht minder eine Auflösung derselben möglich sei, als die der grösseren, ja dass diese wirklich so lange fortgehen müsse, wenn die auflösende Kraft bleibt, bis kein Theil mehr da ist, der nicht aus dem Auflösungsmittel und der aufzulösenden Materie, in der Proportion, darin beide zu einander im Ganzen stehen, zusammengesetzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Theil von dem Volumen der Auflösung sein kann, der nicht einen Theil des auflösenden Mittels enthielte, so muss dieses, als ein Continuum, das Volumen ganz erfüllen. Ebenso, weil kein Theil ebendesselben Volumens der Solution sein kann, der nicht einen proportionirlichen Theil der aufgelösten Materie enthielte, so muss diese auch als ein Continuum den ganzen Raum, der das Volumen der Mischung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben ganz, einen

und denselben Raum erfüllen, so durchdringen sie einander. Also würde eine vollkommene chemische Auflösung eine Durchdringung der Materien sein, welche dennoch von der mechanischen gänzlich unterschieden wäre, indem bei der letzten gedacht wird, dass bei der grössern Annäherung bewegter Materien die repulsive Kraft der einen die der andern gänzlich überwiegen, und eine oder beide ihre Ausdehnung auf nichts bringen können; da hingegen hier die Ausdehnung bleibt, nur dass die Materien nicht ausser einander, sondern in einander, d. i. durch Intussusception (wie man es zu nennen pflegt), zusammen einen der Summe ihrer Dichtigkeit gemässen Raum einnehmen. Gegen die Möglichkeit dieser vollkommenen Auflösung und also der chemischen Durchdringung ist schwerlich etwas einzuwenden, obgleich sie eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält, die in diesem Falle doch keinen Widerspruch in sich fasst, weil die Auflösung eine Zeit hindurch continuirlich, mithin gleichfalls durch eine unendliche Reihe Augenblicke mit Acceleration geschieht, überdem durch die Theilung die Summe der Oberflächen der noch zu theilenden Materien wachsen, und da die auflösende Kraft continuirlich wirkt, die gänzliche Auflösung in einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Die Unbegreiflichkeit einer solchen chemischen Durchdringung zweier Materien ist auf Rechnung der Unbegreiflichkeit der Theilbarkeit eines jeden Continuum überhaupt ins Unendliche zu schreiben. Geht man von dieser vollständigen Auflösung ab, so muss man annehmen, sie ginge nur bis zu gewissen kleinen Klumpen der aufzulösenden Materie, die in dem Auflösungsmittel in gesetzten Weiten von einander schwimmen, ohne dass man den mindesten Grund angeben kann, warum diese Klümpchen, da sie doch immer theilbare Materien sind, nicht gleichfalls aufgelöst werden. Denn dass das Auflösungsmittel nicht weiter wirke, mag immer in der Natur, so weit Erfahrung reicht, seine gute Richtigkeit haben; es ist hier aber nur die Rede von der Möglichkeit einer auflösenden Kraft, die auch dieses Klümpchen und so ferner jedes andere, was noch übrig bleibt, auflöse, bis die Solution vollendet ist. Das Volumen, was die Auflösung einnimmt, kann der Summe der Räume, die die einander auflösenden Materien vor der Mischung einnahmen, gleich, oder kleiner, oder auch grösser sein, nachdem die anziehenden Kräfte gegen die Zurückstossungen in Verhältniss stehen. Sie machen in der Auflösung jedes für sich und beide vereinigt ein elastisches Medium aus. Dieses kann auch allein einen hinreichenden Grund angeben, warum die aufgelöste Materie sich durch ihre Schwere nicht wiederum vom auflösenden Mittel scheide. Denn die Anziehung des letzteren, da sie nach allen Seiten gleich stark geschieht, hebt ihren Widerstand selbst auf, und eine gewisse Klebrigkeit

im Flüssigen anzunehmen, stimmt auch gar nicht mit der grossen Kraft, die dergleichen aufgelöste Materien, z. B. die Säuren mit Wasser verdünnt, auf metallische Körper ausüben, an die sie sich nicht blos anlegen, wie es geschehen müsste, wenn sie blos in ihrem Medium schwämmen, sondern die sie mit grosser Anziehungskraft von einander trennen und im ganzen Raume des Vehikels verbreiten. Gesetzt auch, dass die Kunst keine chemische Auflösungskräfte dieser Art, die eine vollständige Auflösung bewirkten, in ihrer Gewalt hätte, so könnte doch vielleicht die Natur sie in ihren vegetabilischen und animalischen Operationen beweisen, und dadurch vielleicht Materien erzeugen, die, ob sie zwar gemischt sind, doch keine Kunst wiederum scheiden kann. Diese chemische Durchdringung könnte auch selbst da angetroffen werden, wo die eine beider Materien durch die andere eben nicht zertrennt und im buchstäblichen Sinne aufgelöst wird, so wie etwa der Wärmestoff die Körper durchdringt, da, wenn er sich nur in leere Zwischenräume derselben vertheilte, die feste Substanz selbst kalt bleiben würde, weil diese nichts von ihr einnehmen könnte. Imgleichen könnte man sich sogar einen scheinbarlich freien Durchgang gewisser Materien durch andere auf solche Weise denken, z. B. der magnetischen Materie, ohne ihr dazu offene Gänge und leere Zwischenräume in allen, selbst den dichtesten Materien vorzubereiten. Doch es ist hier nicht der Ort, Hypothesen zu besonderen Erscheinungen, sondern nur das Princip, wonach sie alle zu beurtheilen sind, ausfindig zu machen. Alles, was uns der Bedürfniss überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft, den Mangel der inneren Naturkenntniss durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte sind in der Naturlehre ohngefähr das, was der blinde Zufall und das blinde Schicksal in der metaphysischen Weltwissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die forschende Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme, oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde.

Was nun aber das Verfahren in der Naturwissenschaft in Ansehung der vornehmsten aller ihrer Aufgaben, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen specifischen Verschiedenheit der Materien betrifft, so kann man dabei nur zwei Wege einschlagen: den mechanischen, durch die Verbindung des Absolutvollen mit dem Absolutleeren, oder einen ihm entgegengesetzten dynamischen Weg, durch die blosse Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstossung und Anziehung alle Verschiedenheiten der Materien zu erklären. Der erste hat zu Materialien seiner Ableitung die Atomen

und das Leere. Ein Atom ist ein kleiner Theil der Materie, der physisch untheilbar ist. Physisch untheilbar ist eine Materie, deren Theile mit einer Kraft zusammenhängen, die durch keine in der Natur befindliche bewegende Kraft überwältigt werden kann. Ein Atom, sofern er sich durch seine Figur von andern specifisch unterscheidet, heisst ein erstes Körperchen. Ein Körper (oder Körperchen), dessen bewegende Kraft von seiner Figur abhängt, heisst Maschine. Die Erklärungsart der specifischen Verschiedenheit der Materien durch die Beschaffenheit und Zusammensetzung ihrer kleinsten Theile, als Maschinen, ist die mechanische Naturphilosophie; diejenige aber, welche aus Materien, nicht als Maschinen d. i. blossen Werkzeugen äusserer bewegender Kräfte, sondern ihnen ursprünglich eigenen bewegenden Kräften der Anziehung und Zurückstossung die specifische Verschiedenheit der Materie ableitet, kann die dynamische Naturphilosophie genannt werden. (Die mechanische Erklärungsart, da sie der Mathematik am fügsamsten ist, hat unter dem Namen der Atomistik oder Corpuscularphilosophie mit weniger Abänderung vom alten DEMOKRIT an bis auf CARTES und selbst bis zu unseren Zeiten immer ihr Ansehen und Einfluss auf die Principien der Naturwissenschaft erhalten. Das Wesentliche derselben besteht in der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit der primitiven Materie, in der absoluten Gleichartigkeit dieses Stoffs und dem allein übriggelassenen Unterschiede in der Gestalt, und in der absoluten Unüberwindlichkeit des Zusammenhanges der Materie in diesen Grundkörperchen selbst. Dies waren die Materialien zu Erzeugung der specifisch verschiedenen Materien, um nicht allein zu der Unveränderlichkeit der Gattungen und Arten einen unveränderlichen und gleichwohl verschiedentlich gestalteten Grundstoff bei der Hand zu haben, sondern auch aus der Gestalt dieser ersten Theile, als Maschinen (denen nichts weiter, als eine äusserlich eingedrückte Kraft fehlte), die mancherlei Naturwirkungen mechanisch zu erklären. Die erste und vornehmste Beglaubigung dieses Systems aber beruht auf der vorgeblich unvermeidlichen Nothwendigkeit, zum specifischen Unterschiede der Dichtigkeit der Materien leere Räume zu brauchen, die man innerhalb der Materien und zwischen jenen Partikeln vertheilt, in einer Proportion, wie man sie nöthig fand, zum Behuf einiger Erscheinungen gar so gross, dass der erfüllte Theil des Volumens, auch der dichtesten Materie, gegen den leeren beinahe für nichts zu halten ist, annahm.) — Um nun eine dynamische Erklärungsart einzuführen (die der Experimentalphilosophie weit angemessener und beförderlicher ist, indem sie geradezu darauf leitet, die den Materien eigenen bewegenden Kräfte

und deren Gesetze auszufinden, die Freiheit dagegen einschränkt, leere Zwischenräume und Grundkörperchen von bestimmten Gestalten anzunehmen, die sich beide durch kein Experiment bestimmen und ausfindig machen lassen), ist es gar nicht nöthig neue Hypothesen zu schmieden, sondern allein das Postulat der blos mechanischen Erklärungsart: dass es unmöglich sei, sich einen specifischen Unterschied der Dichtigkeit der Materien ohne Beimischung leerer Räume zu denken, durch die blosse Anführung einer Art, wie er sich ohne Widerspruch denken lasse, zu widerlegen. Denn wenn das gedachte Postulat, worauf die blos mechanische Erklärungsart fusst, nur erst als Grundsatz für ungültig erklärt worden, so versteht es sich von selbst, dass man es als Hypothese in der Naturwissenschaft nicht aufnehmen müsse, so lange noch eine Möglichkeit übrig bleibt, den specifischen Unterschied der Dichtigkeiten sich auch ohne alle leere Zwischenräume zu denken. Diese Nothwendigkeit aber beruht darauf, dass die Materie nicht (wie blos mechanische Naturforscher annehmen) durch absolute Undurchdringlichkeit ihren Raum erfüllt, sondern durch repulsive Kraft, die ihren Grad hat, der in verschiedenen Materien verschieden sein kann, und, da er für sich nichts mit der Anziehungskraft, welche der Quantität der Materie gemäss ist, gemein hat, sie bei einerlei Anziehungskraft in verschiedenen Materien dem Grade nach ursprünglich verschieden sein könne, folglich auch der Grad der Ausdehnung dieser Materien bei derselben Quantität der Materie und umgekehrt die Quantität der Materie unter demselben Volumen, d. i. die Dichtigkeit derselben ursprünglich gar grosse specifische Verschiedenheiten zulasse. Auf diese Art würde man es nicht unmöglich finden, sich eine Materie zu denken (wie man sich etwa den Aether vorstellt), die ihren Raum ohne alles Leere ganz erfüllte und doch mit ohne Vergleichung minderer Quantität der Materie unter gleichem Volumen, als alle Körper, die wir unseren Versuchen unterwerfen können. Die repulsive Kraft muss am Aether, in Verhältniss auf die eigene Anziehungskraft desselben, ohne Vergleichung grösser gedacht werden, als an allen andern uns bekannten Materien. Und das ist denn auch das Einzige, was wir blos darum annehmen, weil es sich denken lässt, nur zum Widerspiel einer Hypothese (der leeren Räume), die sich allein auf das Vorgeben stützt, dass sich dergleichen ohne leere Räume nicht denken lasse. Denn ausser diesem darf weder irgend ein Gesetz der anziehenden, noch zurückstossenden Kraft auf Muthmassungen *a priori* gewagt, sondern alles, selbst die allgemeine Attraction, als Ursache der Schwere, muss sammt ihrem Gesetze aus Datis der Erfahrung geschlossen werden. Noch weniger wird dergleichen bei den

chemischen Verwandtschaften anders, als durch den Weg des Experiments versucht werden dürfen. Denn es ist überhaupt über dem Gesichtskreis unserer Vernunft gelegen, ursprüngliche Kräfte *a priori* ihrer Möglichkeit nach einzusehen, vielmehr besteht alle Naturphilosophie in der Zurückführung gegebener, dem Anscheine nach verschiedener Kräfte auf eine geringere Zahl Kräfte und Vermögen, die zur Erklärung der Wirkungen der ersten zulangen, welche Reduction aber nur bis zu Grundkräften fortgeht, über die unsere Vernunft nicht hinaus kann. Und so ist Nachforschung der Metaphysik, hinter dem, was dem empirischen Begriffe der Materie zum Grunde liegt, nur zu der Absicht nützlich, die Naturphilosophie, so weit als es immer möglich ist, auf die Erforschung der dynamischen Erklärungsgründe zu leiten, weil diese allein bestimmte Gesetze, folglich wahren Vernunftzusammenhang der Erklärungen hoffen lassen.

Dies ist nun alles, was Metaphysik zur Construction des Begriffs der Materie, mithin zum Behuf der Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft, in Ansehung der Eigenschaften, wodurch Materie einen Raum in bestimmtem Maasse erfüllt, nur immer leisten kann, nämlich diese Eigenschaften als dynamisch anzusehen und nicht als unbedingte ursprüngliche Positionen, wie sie etwa eine blos mathematische Behandlung postuliren würde.

Den Beschluss kann die bekannte Frage wegen der Zulässigkeit leerer Räume in der Welt machen. Die Möglichkeit derselben lässt sich nicht bestreiten. Denn zu allen Kräften der Materie wird Raum erfordert, und, da dieser auch die Bedingungen der Gesetze der Verbreitung jener enthält, nothwendig vor aller Materie vorausgesetzt. So wird der Materie Attractionskraft beigelegt, sofern sie einen Raum um sich durch Anziehung einnimmt, ohne ihn gleichwohl zu erfüllen, der also selbst da, wo Materie wirksam ist, als leer gedacht werden kann, weil sie da nicht durch Zurückstossungskräfte wirksam ist und ihn also nicht erfüllt. Allein leere Räume als wirklich anzunehmen, dazu kann uns keine Erfahrung, oder Schluss aus derselben, oder nothwendige Hypothesis, sie zu erklären, berechtigen. Denn alle Erfahrung gibt uns nur comparativ-leere Räume zu erkennen, welche, nach allen beliebigen Graden aus der Eigenschaft der Materie, ihren Raum mit grösserer oder bis ins Unendliche immer kleinerer Ausspannungskraft zu erfüllen, vollkommen erklärt werden können, ohne leere Räume zu bedürfen.

Drittes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Mechanik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, bewegende Kraft hat.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dritte Definition von einer Materie. Der blos dynamische Begriff konnte die Materie auch als in Ruhe betrachten; die bewegende Kraft, die da in Erwägung gezogen wurde, betraf blos die Erfüllung eines gewissen Raumes, ohne dass die Materie, die ihn erfüllte, selbst als bewegt angesehen werden durfte. Die Zurückstossung war daher eine ursprünglich-bewegende Kraft, um Bewegung zu *ertheilen*; dagegen wird in der Mechanik die Kraft einer in Bewegung gesetzten Materie betrachtet, um diese Bewegung einer andern *mitzutheilen*. Es ist aber klar, dass das Bewegliche *durch seine Bewegung* keine bewegende Kraft haben würde, wenn es nicht ursprünglich-bewegende Kräfte besässe, dadurch es vor aller eigenen Bewegung in jedem Orte, da es sich befindet, wirksam ist, und dass keine Materie einer anderen, die ihrer Bewegung in der geraden Linie *vor ihr* im Wege liegt, gleichmässige Bewegung eindrücken würde, wenn beide nicht ursprüngliche Gesetze der Zurückstossung besässen, noch dass sie eine andere durch ihre Bewegung nöthigen könne, in der geraden Linie *ihr zu folgen* (sie nachschleppen könnte), wenn beide nicht Anziehungskräfte besässen. Also setzen alle mechanischen Gesetze die dynamischen voraus, und eine

Materie als bewegt, kann keine bewegende Kraft haben, als nur vermittelst ihrer Zurückstossung oder Anziehung, auf welche und mit welchen sie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt und dadurch ihre eigene Bewegung einer anderen mittheilt. Man wird es mir nachsehen, dass ich der Mittheilung der Bewegung durch Anziehung (z. B. wenn etwa ein Komet von stärkerem Anziehungsvermögen, als die Erde, im Vorbeigehen vor derselben sie nach sich fortschleppte), hier nicht weiter Erwähnung thun werde, sondern nur der Vermittelung der repulsiven Kräfte, also durch Druck (wie vermittelst gespannter Federn), oder durch Stoss, da ohnedem die Anwendung der Gesetze der einen auf die der anderen nur in Ansehung der Richtungslinie verschieden, übrigens aber in beiden Fällen einerlei ist.

Erklärung 2.

Die Quantität der Materie ist die Menge des Beweglichen in einem bestimmten Raum. Dieselbe, sofern alle ihre Theile in ihrer Bewegung als zugleich wirkend (bewegend) betrachtet werden, heisst die Masse, und man sagt, eine Materie wirke in Masse, wenn alle ihre Theile in einerlei Richtung bewegt, ausser sich zugleich ihre bewegende Kraft ausüben. Eine Masse von bestimmter Gestalt heisst ein Körper (in mechanischer Bedeutung). Die Grösse der Bewegung (mechanisch geschätzt) ist diejenige, die durch die Quantität der bewegten Materie und ihre Geschwindigkeit zugleich geschätzt wird; phoronomisch besteht sie blos in dem Grade der Geschwindigkeit.

Lehrsatz 1.

Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit jeder anderen nur durch die Quantität der Bewegung bei gegebener Geschwindigkeit geschätzt werden.

Beweis.

Die Materie ist ins Unendliche theilbar, folglich kann keiner ihre Quantität durch eine Menge ihrer Theile unmittelbar bestimmt werden. Denn wenn dieses auch in der Vergleichung der gegebenen Materie mit einer gleichartigen geschieht, in welchem Falle die Quantität der Materie der Grösse des Volumens proportional

ist, so ist dieses doch der Forderung des Lehrsatzes, dass sie in Vergleichung mit jeder anderen (auch specifisch verschiedenen) geschätzt werden soll, zuwider. Also kann die Materie weder unmittelbar, noch mittelbar, in Vergleichung mit jeder andern gültig geschätzt werden, so lange man von ihrer eigenen Bewegung abstrahirt. Folglich ist kein anderes allgemein gültiges Maass derselben, als die Quantität ihrer Bewegung übrig. In dieser aber kann der Unterschied der Bewegung, der auf der verschiedenen Quantität der Materien beruht, nur alsdenn gegeben werden, wenn die Geschwindigkeit unter den verglichenen Materien als gleich angenommen wird, folglich u. s. w.

Zusatz.

Die Quantität der Bewegung der Körper ist in zusammengesetztem Verhältniss aus dem der Quantität ihrer Materie und ihrer Geschwindigkeit, d. i. es ist einerlei, ob ich die Quantität der Materie eines Körpers doppelt so gross mache und die Geschwindigkeit behalte, oder ob ich die Geschwindigkeit verdoppele und eben diese Masse behalte. Denn der bestimmte Begriff von einer Grösse ist nur durch die Construction des Quantums möglich. Diese ist aber in Ansehung des Begriffs der Quantität nichts, als die Zusammensetzung des Gleichgeltenden; folglich ist die Construction der Quantität einer Bewegung die Zusammensetzung vieler einander gleichgeltender Bewegungen. Nun ist es nach den phoronomischen Lehrsätzen einerlei, ob ich einem Beweglichen einen gewissen Grad Geschwindigkeit oder vielen gleich Beweglichen alle kleineren Grade der Geschwindigkeit ertheile, die aus der durch die Menge des Beweglichen dividirten gegebenen Geschwindigkeit herauskommen. Hieraus entspringt zuerst ein, dem Anscheine nach phoronomischer Begriff von der Quantität einer Bewegung, als zusammengesetzt aus viel Bewegungen ausser einander, aber doch in einem Ganzen vereinigter, beweglicher Punkte. Werden nun diese Punkte als etwas gedacht, was durch seine Bewegung bewegende Kraft hat, so entspringt daraus der mechanische Begriff von der Quantität der Bewegung. In der Phoronomie aber ist es nicht thunlich, sich eine Bewegung als aus vielen ausserhalb einander befindlichen zusammengesetzt vorzustellen, weil das Bewegliche, da es daselbst ohne alle bewegende Kraft vorgestellt wird, in aller Zusammensetzung mit mehreren seiner Art keinen Unterschied der Grösse der Bewegung gibt, als die mithin blos in der Geschwindigkeit besteht. Wie die Quantität der Be-

wegung eines Körpers zu der eines anderen, so verhält sich auch die Grösse ihrer Wirkung, aber wohl zu verstehen, der ganzen Wirkung. Diejenigen, welche blos die Grösse eines mit Widerstande erfüllten Raums (z. B. die Höhe, zu welcher ein Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit wider die Schwere steigen, oder die Tiefe, zu der derselbe in weiche Materien dringen kann) zum Maasse der ganzen Wirkung annahmen, brachten ein anderes Gesetz der bewegenden Kräfte bei wirklichen Bewegungen heraus, nämlich das des zusammengesetzten Verhältnisses aus dem der Quantität der Materien und der Quadrate ihrer Geschwindigkeiten; allein sie übersahen die Grösse der Wirkung in der gegebenen Zeit, in welcher der Körper seinen Raum mit kleinerer Geschwindigkeit zurücklegt, und diese kann doch allein das Maass einer, durch einen gegebenen gleichförmigen Widerstand erschöpften Bewegung sein. Es kann also auch kein Unterschied zwischen lebendigen und todten Kräften stattfinden, wenn die bewegenden Kräfte mechanisch, d. i. als diejenigen, die die Körper haben, sofern sie selbst bewegt sind, betrachtet werden, es mag nun die Geschwindigkeit ihrer Bewegung endlich oder unendlich klein sein (blosse Bestrebung zur Bewegung); vielmehr würde man weit schicklicher diejenigen Kräfte, womit die Materie, wenn man auch von ihrer eigenen Bewegung, auch sogar von der Bestrebung sich zu bewegen gänzlich abstrahirt, in andere wirkt, folglich die ursprünglich bewegenden Kräfte der Dynamik todte Kräfte, alle mechanisch, d. i. durch eigene Bewegung bewegenden Kräfte dagegen lebendige Kräfte nennen können, ohne auf den Unterschied der Geschwindigkeit zu sehen, deren Grad auch unendlich klein sein darf, wenn ja noch diese Benennungen todter und lebendiger Kräfte beibehalten zu werden verdienten.

Anmerkung.

Wir wollen, um Weitläufigkeit zu vermeiden, die Erläuterung der vorstehenden drei Sätze in einer Anmerkung zusammenfassen.

Dass die Quantität der Materie nur als die Menge des Beweglichen (ausserhalb einander) könne gedacht werden, wie die Definition es aussagt, ist ein merkwürdiger und Fundamentalsatz der allgemeinen Mechanik. Denn dadurch wird angezeigt, dass Materie keine andere Grösse habe, als die, welche in der Menge des Mannigfaltigen ausserhalb einander besteht, folglich auch keinen Grad der bewegenden Kraft mit gegebener Geschwindigkeit, der von dieser Menge unabhängig wäre und blos als intensive Grösse betrachtet werden könnte, welches allerdings

stattfinden würde, wenn die Materie aus Monaden bestände, deren Realität in aller Beziehung einen Grad haben muss, welcher grösser oder kleiner sein kann, ohne von einer Menge der Theile ausser einander abzuhängen. Was den Begriff der Masse in ebenderselben Erklärung betrifft, so kann man ihn nicht, wie gewöhnlich, mit dem der Quantität für einerlei halten. Flüssige Materien können durch ihre eigene Bewegung in Masse, sie können aber auch im Flusse wirken. Im sogenannten Wasserhammer wirkt das anstossende Wasser in Masse, d. i. mit allen seinen Theilen zugleich; eben das geschieht auch im Wasser, welches, in einem Gefässe eingeschlossen, durch sein Gewicht auf die Wagschale, darauf es steht, drückt. Dagegen wirkt das Wasser eines Mühlbachs auf die Schaufel des unterschlägigen Wasserrades nicht in Masse, d. i. mit allen seinen Theilen, die gegen diese anlaufen, zugleich, sondern nur nach einander. Wenn also hier die Quantität der Materie, die, mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, die bewegende Kraft hat, bestimmt werden soll, so muss man allererst den Wasserkörper, d. i. diejenige Quantität der Materie, die, wenn sie in Masse mit einer gewissen Geschwindigkeit wirkt (mit ihrer Schwere), dieselbe Wirkung hervorbringen kann, suchen. Daher versteht man auch gewöhnlich unter dem Worte Masse die Quantität der Materie eines festen Körpers (das Gefäss, darin ein Flüssiges eingeschlossen ist, vertritt auch die Stelle der Festigkeit desselben). Was endlich den Lehrsatz mit dem angehängten Zusatz zusammen betrifft, so liegt darin etwas Befremdliches, dass, nach dem ersteren, die Quantität der Materie durch die Quantität der Bewegung mit gegebener Geschwindigkeit, nach dem zweiten aber wiederum die Quantität der Bewegung (eines Körpers, denn die eines Punkts besteht blos aus dem Grade der Geschwindigkeit) bei derselben Geschwindigkeit durch die Quantität der bewegten Materie geschätzt werden müsse, welches im Zirkel herum zu gehen und weder von einem noch dem anderen einen bestimmten Begriff zu versprechen scheint. Allein dieser vermeinte Zirkel würde es wirklich sein, wenn er eine wechselseitige Ableitung zweier identischen Begriffe von einander wäre. Nun aber enthält er nur einerseits die Erklärung eines Begriffs, andererseits die der Anwendung desselben auf Erfahrung. Die Quantität des Beweglichen im Raume ist die Quantität der Materie; aber diese Quantität der Materie (die Menge des Beweglichen) beweiset sich in der Erfahrung nur allein durch die Quantität der Bewegung bei gleicher Geschwindigkeit (z. B. durchs Gleichgewicht).

Noch ist zu merken, dass die Quantität der Materie die Quantität der Substanz im Beweglichen sei, folglich nicht die Grösse einer gewissen Qualität derselben (der Zurückstossung oder Anziehung, die in der

Dynamik angeführt werden), und dass das Quantum der Substanz hier nichts Anderes, als die blosse Menge des Beweglichen bedeute, welches die Materie ausmacht. Denn nur diese Menge des Bewegten kann bei derselben Geschwindigkeit einen Unterschied in der Quantität der Bewegung geben. Dass aber die bewegende Kraft, die eine Materie *in ihrer eigenen* Bewegung hat, allein die Quantität der *Substanz* beweise, beruht auf dem Begriffe der letzteren als dem *letzten Subject* (das weiter kein Prädicat von einem anderen ist) im Raume, welches eben darum keine andere Grösse haben kann, als die der Menge des Gleichartigen ausserhalb einander. Da nun die *eigene Bewegung* der Materie ein Prädicat ist, welches ihr Subject (das Bewegliche) bestimmt, und an einer Materie, als einer Menge des Beweglichen, die Vielheit der bewegten Subjecte (bei gleicher Geschwindigkeit auf gleiche Art) angibt, welches bei dynamischen Eigenschaften, deren Grösse auch die Grösse der Wirkung von einem einzigen Subjecte sein kann (z. B. da ein Lufttheilchen mehr oder weniger Elasticität haben kann), nicht der Fall ist, so erhellt daraus, wie die Quantität der Substanz an einer Materie nur mechanisch, d. i. durch die Quantität der eigenen Bewegung derselben, und nicht dynamisch, durch die Grösse der ursprünglich bewegenden Kräfte, geschätzt werden müsse. Gleichwohl kann die *ursprüngliche Anziehung*, als die Ursache der allgemeinen Gravitation, doch ein Maass der Quantität der Materie und ihrer Substanz abgeben (wie das wirklich in der Vergleichung der Materien durch Abwiegen geschieht), obgleich hier nicht eigene Bewegung der anziehenden Materie, sondern ein dynamisches Maass, nämlich Anziehungskraft, zum Grunde gelegt zu sein scheint. Aber weil bei dieser Kraft die Wirkung einer Materie mit allen ihren Theilen unmittelbar auf alle Theile einer andern geschieht, und also (bei gleichen Entfernungen) offenbar der Menge der Theile proportionirt ist, der ziehende Körper sich dadurch auch selbst eine Geschwindigkeit der eigenen Bewegung ertheilt (durch den Widerstand des gezogenen), welche, in gleichen äusseren Umständen, gerade der Menge seiner Theile proportionirt ist, so geschieht die Schätzung hier, obzwar nur indirect, doch in der That mechanisch.

Lehrsatz 2.

Erstes Gesetz der Mechanik. Bei allen Veränderungen der körperlichen Natur bleibt die Quantität der Materie im Ganzen dieselbe, unvermehrt und unvermindert.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, dass bei allen Veränderungen der Natur keine Substanz weder entstehe noch vergehe, und hier wird nur dargethan, was in der Materie die Substanz sei.) In jeder Materie ist das Bewegliche im Raume das letzte Subject aller der Materie inhärirenden Accidenzen, und die Menge dieses Beweglichen ausserhalb einander die Quantität der Substanz. Also ist die Grösse der Materie, der Substanz nach, nichts Anderes, als die Menge der Substanzen, daraus sie besteht. Es kann also die Quantität der Materie nicht vermehrt oder vermindert werden, als dadurch, dass neue Substanz derselben entsteht oder vergeht. Nun entsteht und vergeht bei allem Wechsel der Materie die Substanz niemals; also wird auch die Quantität der Materie dadurch weder vermehrt noch vermindert, sondern bleibt immer dieselbe und zwar im Ganzen, d. i. so, dass sie irgend in der Welt in derselben Quantität fortdauert, obgleich diese oder jene Materie durch Hinzukunft oder Absonderung der Theile vermehrt oder vermindert werden kann.

Anmerkung.

Das Wesentliche, was in diesem Beweise die Substanz, die nur im Raume und nach Bedingungen desselben, folglich als Gegenstand äusserer Sinne möglich ist, charakterisirt, ist, dass ihre Grösse nicht vermehrt oder vermindert werden kann, ohne dass Substanz entstehe oder vergehe, darum, weil alle Grösse eines blos im Raum möglichen Objects aus Theilen ausserhalb einander bestehen muss, diese also, wenn sie real (etwas Bewegliches) sind, nothwendig Substanzen sein müssen. Dagegen kann das, was als Gegenstand des inneren Sinnes betrachtet wird, als Substanz eine Grösse haben, die nicht aus Theilen ausserhalb einander besteht, deren Theile also auch nicht Substanzen sind, deren Entstehen oder Vergehen folglich auch nicht ein Entstehen oder Vergehen einer Substanz sein darf, deren Vermehrung oder Verminderung daher, dem Grundsatze von der Beharrlichkeit der Substanz unbeschadet, möglich ist. So hat nämlich das Bewusstsein, mithin die Klarheit der Vorstellungen meiner Seele, und, derselben zufolge, auch das Vermögen des Bewusstseins, die Apperception, mit diesem aber selbst die Substanz der Seele einen Grad, der grösser oder kleiner werden kann, ohne dass irgend eine Substanz zu diesem Behuf entstehen oder vergehen dürfte. Weil aber, bei allmähliger Verminderung dieses Vermögens der Apperception, endlich ein gänzliches Verschwinden derselben

erfolgen müsste, so würde doch selbst die Substanz der Seele einem allmähligen Vergehen unterworfen sein, ob sie schon einfacher Natur wäre, weil dieses Verschwinden ihrer Grundkraft nicht durch Zertheilung (Absonderung der Substanz von einem Zusammengesetzten), sondern gleichsam durch Erlöschen, und auch dieses nicht in einem Augenblicke, sondern durch allmählige Nachlassung des Grades derselben, es sei aus welcher Ursache es wolle, erfolgen könnte. Das Ich, das allgemeine Correlat der Apperception und selbst blos ein Gedanke, bezeichnet, als ein blosses Vorwort, ein Ding von unbestimmter Bedeutung, nämlich das Subject aller Prädicate, ohne irgend eine Bedingung, die diese Vorstellung des Subjects von dem eines Etwas überhaupt unterschiede, also Substanz, von der man, was sie sei, durch diesen Ausdruck keinen Begriff hat. Dagegen der Begriff einer Materie als Substanz der Begriff des Beweglichen im Raume ist. Es ist daher kein Wunder, wenn von der letzteren die Beharrlichkeit der Substanz bewiesen werden kann, von der ersteren aber nicht, weil bei der Materie schon aus ihrem Begriffe, nämlich dass sie das Bewegliche sei, das nur im Raume möglich ist, fliesst, dass das, was in ihr Grösse hat, eine Vielheit des Realen ausser einander, mithin der Substanzen, enthalte, und folglich die Quantität derselben nur durch Zertheilung, welche kein Verschwinden ist, vermindert werden könne, und das Letztere in ihr nach dem Gesetze der Stetigkeit auch unmöglich sein würde. Der Gedanke Ich ist dagegen gar kein Begriff, sondern nur innere Wahrnehmung, aus ihm kann also auch gar nichts (ausser der gänzliche Unterschied eines Gegenstandes des inneren Sinnes von dem, was blos als Gegenstand äusserer Sinne gedacht wird), folglich auch nicht die Beharrlichkeit der Seele, als Substanz, gefolgert werden.

Lehrsatz 3.

Zweites Gesetz der Mechanik. Alle Veränderung der Materie hat eine äussere Ursache. (Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch eine äussere Ursache genöthigt wird, diesen Zustand zu verlassen.)

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, dass alle Veränderung eine Ursache habe; hier soll von der Materie nur bewiesen werden, dass ihre Veränderung jederzeit eine

äussere Ursache haben müsse.) Die Materie, als blosser Gegenstand äusserer Sinne, hat keine anderen Bestimmungen, als die der äusseren Verhältnisse im Raume, und erleidet also auch keine Veränderungen, als durch Bewegung. In Ansehung dieser, als Wechsels einer Bewegung mit einer andern, oder derselben mit der Ruhe, und umgekehrt, muss eine Ursache derselben angetroffen werden (nach Princ. der Metaph.). Diese Ursache aber kann nicht innerlich sein, denn die Materie hat keine schlechthin inneren Bestimmungen und Bestimmungsgründe. Also ist alle Veränderung einer Materie auf äussere Ursache gegründet (d. i. ein Körper beharrt u. s. w.).

Anmerkung.

Dieses mechanische Gesetz muss allein das Gesetz der Trägheit *(lex inertiae)* genannt werden; das Gesetz der einer jeden Wirkung entgegengesetzten gleichen Gegenwirkung kann diesen Namen nicht führen. Denn dieses sagt, was die Materie thut, jenes aber nur, was sie nicht thut, welches dem Ausdrucke der Trägheit besser angemessen ist. Die Trägheit der Materie ist und bedeutet nichts anderes, als ihre Leblosigkeit, als Materie an sich selbst. Leben heisst das Vermögen einer Substanz, sich aus einem inneren Princip zum Handeln, einer endlichen Substanz sich zur Veränderung, und einer materiellen Substanz sich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zustandes zu bestimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Princip einer Substanz, ihren Zustand zu verändern, als das Begehren, und überhaupt keine andere innere Thätigkeit, als Denken, mit dem, was davon abhängt, Gefühl der Lust oder Unlust und Begierde oder Willen. Diese Bestimmungsgründe aber und Handlungen gehören gar nicht zu den Vorstellungen äusserer Sinne und also auch nicht zu den Bestimmungen der Materie als Materie. Also ist alle Materie als solche leblos. Das sagt der Satz der Trägheit, und nichts mehr. Wenn wir die Ursache irgend einer Veränderung der Materie im Leben suchen, so werden wir es auch sofort in einer anderen, von der Materie verschiedenen, obzwar mit ihr verbundenen Substanz zu suchen haben. Denn in der Naturkenntniss ist es nöthig, zuvor die Gesetze der Materie als einer solchen zu kennen und sie von dem Beitritte aller anderen wirkenden Ursachen zu läutern, ehe man sie damit verknüpft, um wohl zu unterscheiden, was und wie jede derselben für sich allein wirke. Auf dem Gesetze der Trägheit (neben dem der Beharrlichkeit der Substanz) beruht die Möglichkeit einer eigentlichen Naturwissenschaft ganz und gar. Das Gegentheil des ersteren, und daher auch der Tod aller Naturphilosophie, wäre der

Hylozoismus. Aus ebendemselben Begriffe der Trägheit, als blosser Leblosigkeit, fliesst von selbst, dass sie nicht ein positives Bestreben, seinen Zustand zu erhalten, bedeute. Nur lebende Wesen werden in diesem letzteren Verstande träg genannt, weil sie eine Vorstellung von einem andern Zustande haben, den sie verabscheuen, und ihre Kraft dagegen anstrengen.

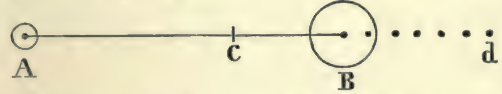
Lehrsatz 4.

Drittes mechanisches Gesetz. In aller Mittheilung der Bewegung sind Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik muss der Satz entlehnt werden, dass alle äussere Wirkung in der Welt Wechselwirkung sei. Hier soll, um in den Schranken der Mechanik zu bleiben, nur gezeigt werden, dass diese Wechselwirkung (*actio mutua*) zugleich Gegenwirkung (*reactio*) sei; allein ich kann, ohne der Vollständigkeit der Einsicht Abbruch zu thun, jenes metaphysische Gesetz der Gemeinschaft hier doch nicht ganz weglassen.) Alle thätigen Verhältnisse der Materien im Raume und alle Veränderungen dieser Verhältnisse, sofern sie Ursachen von gewissen Wirkungen sein können, müssen jederzeit als wechselseitig vorgestellt werden, d. i. weil alle Veränderung derselben Bewegung ist, so kann keine Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen absolut-ruhigen, der dadurch auch in Bewegung gesetzt werden soll, gedacht werden, vielmehr muss dieser nur als relativ-ruhig in Ansehung des Raums, auf den man ihn bezieht, zusammt diesem Raume aber in entgegengesetzter Richtung als mit ebenderselben Quantität der Bewegung im absoluten Raume bewegt vorgestellt werden, als der bewegte in ebendemselben gegen ihn hat. Denn die Veränderung des Verhältnisses (mithin die Bewegung), ist zwischen beiden durchaus wechselseitig; so viel der eine Körper jedem Theile des anderen näher kommt, so viel nähert sich der andere jedem Theil des ersteren; und weil es hier nicht auf den empirischen Raum, der beide Körper umgibt, sondern nur auf die Linie, die zwischen ihnen liegt, ankommt (indem diese Körper lediglich in Relation aufeinander, nach dem Einflusse, den die Bewegung des einen auf die Veränderung des Zustandes des anderen, mit Abstraction von aller Relation zum empirischen Raume, haben kann, betrachtet werden), so wird ihre Bewegung als blos im absoluten

Raume bestimmbar betrachtet, in welchem jeder der beiden Körper an der Bewegung, die dem einen im relativen Raume beigelegt wird, gleichen Antheil haben muss, indem kein Grund da ist, einem von beiden mehr davon, als dem anderen, beizulegen. Auf diesem Fuss wird die Bewegung eines Körpers A gegen einen anderen ruhigen B, in Ansehung dessen er dadurch bewegend sein kann, auf den absoluten Raum reducirt, d. i. als Verhältniss wirkender Ursachen blos auf einander bezogen, so betrachtet, wie beide an der Bewegung, welche in der Erscheinung dem Körper A allein beigelegt wird, gleichen Antheil haben; welches nicht anders geschehen kann, als so, dass die Geschwindigkeit, die im relativen Raume blos dem Körper A beigelegt wird, unter A und B in umgekehrtem Verhältniss der Massen, dem A allein die seinige im absoluten Raume, dem B dagegen zusammt dem relativen Raume, worin er ruht, in entgegengesetzter Richtung ausgetheilt werde, wodurch dieselbe Erscheinung der Bewegung vollkommen beibehalten, die Wirkung aber in der Gemeinschaft beider Körper auf folgende Art construirt wird.



Es sei ein Körper A mit einer Geschwindigkeit $= AB$ in Ansehung des relativen Raumes gegen den Körper B, der in Ansehung ebendesselben Raumes ruhig ist, im Anlaufe. Man theile die Geschwindigkeit AB in zwei Theile, Ac und Bc, die sich umgekehrt wie die Massen B und A gegen einander verhalten, und stelle sich A mit der Geschwindigkeit Ac im absoluten Raume, B aber mit der Geschwindigkeit Bc in entgegengesetzter Richtung zusammt dem relativen Raume bewegt vor: so sind beide Bewegungen einander entgegengesetzt und gleich, und da sie einander wechselseitig aufheben, so versetzen sich beide Körper beziehungsweise aufeinander, d. i. im absoluten Raume, in Ruhe. Nun war aber B mit der Geschwindigkeit Bc in der Richtung BA, die der des Körpers A, nämlich AB, gerade entgegengesetzt ist, zusammt dem relativen Raume in Bewegung. Wenn also die Bewegung des Körpers B durch den Stoss aufgehoben wird, so wird darum doch die Bewegung des relativen Raumes nicht aufgehoben. Also bewegt sich nach dem Stosse der relative Raum in Ansehung beider Körper A und B (die nunmehr im absoluten Raume ruhen), in der Richtung BA mit der Geschwindigkeit Bc, oder, welches einerlei ist, beide Körper bewegen sich nach dem Stosse mit gleicher Geschwindigkeit $Bd = Bc$

in der Richtung des stossenden *AB*. Nun ist aber, nach dem Vorigen, die Quantität der Bewegung des Körpers *B* in der Richtung und mit der Geschwindigkeit *Bc*, mithin auch die in der Richtung *Bd* mit derselben Geschwindigkeit, der Quantität der Bewegung des Körpers *A* mit der Geschwindigkeit und in der Richtung *Ac* gleich; folglich ist die Wirkung, d. i. die Bewegung *Bd*, die der Körper *B* durch den Stoss im relativen Raume erhält, und also auch die Handlung des Körpers *A* mit der Geschwindigkeit *Ac* der Gegenwirkung *Bc* jederzeit gleich. Da ebendasselbe Gesetz (wie die mathematische Mechanik lehrt), keine Abänderung erleidet, wenn, anstatt des Stosses auf einen ruhigen, ein Stoss desselben Körpers auf einen gleichfalls bewegten Körper angenommen wird, imgleichen die Mittheilung der Bewegung durch den Stoss von der durch den Zug nur in der Richtung, nach welcher die Materien einander in ihren Bewegungen widerstehen, unterschieden ist, so folgt, dass in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich seien (dass jeder Stoss nur vermittelst eines gleichen Gegenstosses, jeder Druck vermittelst eines gleichen Gegendruckes, imgleichen jeder Zug nur durch einen gleichen Gegenzug die Bewegung eines Körpers dem andern mittheilen könne).*

* In der Phoronomie, da die Bewegung eines Körpers blos in Ansehung des Raumes, als Veränderung der Relation in demselben, betrachtet wurde, war es ganz gleichgültig, ob ich dem Körper im Raume, oder anstatt dessen dem relativen Raume eine gleiche, aber entgegengesetzte Bewegung zugestehen wollte; Beides gab völlig einerlei Erscheinung. Die Quantität der Bewegung des Raumes war blos die Geschwindigkeit, und daher die des Körpers gleichfalls nichts, als seine Geschwindigkeit (weswegen er als ein blosser beweglicher Punkt betrachtet werden konnte). In der Mechanik aber, da ein Körper in Bewegung gegen einen anderen betrachtet wird, gegen den er durch seine Bewegung ein Causalverhältniss hat, nämlich das, ihn selbst zu bewegen, indem er entweder bei seiner Annäherung durch die Kraft der Undurchdringlichkeit, oder seiner Entfernung durch die Kraft der Anziehung mit ihm in Gemeinschaft kommt, da ist es nicht mehr gleichgültig, ob ich einem dieser Körper, oder dem Raume eine entgegengesetzte Bewegung zueignen will. Denn nunmehro kommt ein anderer Begriff der Quantität der Bewegung ins Spiel, nämlich nicht derjenigen, die blos in Ansehung des Raumes gedacht wird und allein in der Geschwindigkeit besteht, sondern derjenigen, wobei zugleich die Quantität der Substanz (als bewegende Ursache) in Anschlag gebracht werden muss, und es ist hier nicht mehr beliebig, sondern nothwendig, jeden der beiden Körper als bewegt anzunehmen, und zwar mit gleicher Quantität der Bewegung in entgegengesetzter Richtung; wenn aber der eine relative in Ansehung des Raumes in Ruhe ist, ihm die erforderliche Bewegung zusammt dem Raume beizulegen. Denn einer kann auf den anderen durch seine eigene Bewegung nicht wirken, als entweder bei der An-

Zusatz 1.

Hieraus folgt das, für die allgemeine Mechanik nicht unwichtige Naturgesetz: dass ein jeder Körper, wie gross auch seine Masse sei, durch den Stoss eines jeden anderen, wie klein auch seine Masse oder Geschwindigkeit sein mag, beweglich sein müsse. Denn der Bewegung von A in der Richtung AB correspondirt nothwendiger Weise eine entgegengesetzte gleiche Bewegung von B in der Richtung BA. Beide Bewegungen heben durch den Stoss einander im absoluten Raume auf. Dadurch aber erhalten beide Körper eine Geschwindigkeit $Bd = Bc$ in der Richtung des stossenden; folglich ist der Körper B für jede noch so kleine Kraft des Anstosses beweglich.

Zusatz 2.

Dies ist also das mechanische Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, welches darauf beruht, dass keine Mittheilung der Bewegung stattfinde, ausser sofern eine Gemeinschaft dieser Bewegungen vorausgesetzt wird, dass also kein Körper einen anderen stosse, der in Ansehung seiner ruhig ist, sondern, ist dieser es in Ansehung des Raumes, nur sofern er zusammt diesem Raume in gleichem Maasse, aber in entgegengesetzter Richtung sich bewegt, mit der Bewegung, die alsdenn dem ersteren zu seinem relativen Antheil fällt, zusammen, allererst die Quantität der Bewegung gebe, die wir dem ersten im absoluten Raume beilegen würden. Denn keine Bewegung, die in Ansehung eines anderen Körpers bewegend sein soll, kann absolut sein; ist sie aber relativ in Ansehung des letzteren, so gibts keine Relation im Raume, die nicht wechselseitig und gleich sei. — Es gibt aber noch ein anderes, nämlich ein dynamisches Gesetz der Gleichheit der

näherung vermittelst der Zurückstossungskraft, oder bei der Entfernung vermittelst der Anziehung. Da beide Kräfte nun jederzeit beiderseitig in entgegengesetzten Richtungen und gleich wirken, so kann kein Körper vermittelst ihrer durch seine Bewegung auf einen anderen wirken, ohne gerade so viel, als der andere mit gleicher Quantität der Bewegung entgegenwirkt. Also kann kein Körper einem schlechthin-ruhigen durch seine Bewegung Bewegung ertheilen, sondern dieser muss gerade mit derselben Quantität der Bewegung (zusammt dem Raume) in entgegengesetzter Richtung bewegt sein, als diejenige ist, die er durch die Bewegung des ersteren und in der Richtung desselben erhalten soll. — Der Leser wird leicht inne werden, dass, unerachtet des etwas Ungewöhnlichen, welches diese Vorstellungsart der Mittheilung der Bewegung an sich hat, sie sich dennoch in das hellste Licht stellen lasse, wenn man die Weitläufigkeit der Erläuterung nicht scheut.

Wirkung und Gegenwirkung der Materien, nicht sofern eine der anderen ihre Bewegung mittheilt, sondern dieser ursprünglich ertheilt und durch deren Widerstreben zugleich in sich hervorbringt. Diese lässt sich auf ähnliche Art leicht darthun. Denn wenn die Materie *A* die Materie *B* zieht, so nöthigt sie diese, sich ihr zu nähern, oder, welches einerlei ist, jene widersteht der Kraft, womit diese sich zu entfernen trachten möchte. Weil es aber einerlei ist, ob *B* sich von *A*, oder *A* von *B* entferne, so ist dieser Widerstand zugleich ein Widerstand, den der Körper *B* gegen *A* ausübt, sofern er sich von ihm zu entfernen trachten möchte, mithin sind Zug und Gegenzug einander gleich. Ebenso, wenn *A* die Materie *B* zurückstösst, so widersteht *A* der Annäherung von *B*. Da es aber einerlei ist, ob sich *B* dem *A*, oder *A* dem *B* nähere, so widersteht *B* auch eben so viel der Annäherung von *A*; Druck und Gegendruck sind also auch jederzeit einander gleich.

Anmerkung 1.

Dies ist also die Construction der Mittheilung der Bewegung, welche zugleich das Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, als nothwendige Bedingung derselben, bei sich führt, welches NEWTON sich gar nicht getraute *a priori* zu beweisen, sondern sich deshalb auf Erfahrung berief, welchem zu Gefallen Andere eine besondere Kraft der Materie unter dem von KEPLER zuerst angeführten Namen der Trägheitskraft (*vis inertiae*), in der Naturwissenschaft einführten und also im Grunde es auch von Erfahrung ableiteten, endlich noch Andere in dem Begriffe einer blossen Mittheilung der Bewegung setzten, welche sie wie einen allmähligen Uebergang der Bewegung des einen Körpers in den andern ansahen, wobei der bewegende gerade so viel einbüssen müsse, als er dem bewegten ertheilt, bis er dem letzteren keine weiter eindrückt (wenn er nämlich mit diesem schon bis zur Gleichheit der Geschwindigkeit in derselben Richtung gekommen ist*); wodurch sie im Grunde alle Gegen-

* Die Gleichheit der Wirkung mit der in diesem Falle fälschlich sogenannten Gegenwirkung kommt ebensowohl heraus, wenn man bei der Hypothese der Transfusion der Bewegungen aus einem Körper in den anderen den bewegten Körper *A* dem ruhigen in einem Augenblicke seine ganze Bewegung überliefern lässt, so, dass er nach dem Stosse selber ruhe, welcher Fall unausbleiblich war, sobald man beide Körper als absolut-hart (welche Eigenschaft von der Elasticität unterschieden werden muss) dachte. Da dieses Bewegungsgesetz aber weder mit der Erfahrung noch mit sich selbst in der Anwendung zusammenstimmen wollte, so wusste man sich nicht anders zu helfen, als dadurch, dass man die Existenz absoluthharter Körper leugnete, welches so viel hiess, als die Zufälligkeit dieses Gesetzes

wirkung aufhoben, d. i. alle wirklich entgegenwirkende Kraft des gestossenen gegen den stossenden (der etwa vermögend wäre, eine Springfeder zu spannen), und ausserdem, dass sie das nicht beweisen, was in dem genannten Gesetze eigentlich gemeint ist, die Mittheilung der Bewegung selbst ihrer Möglichkeit nach gar nicht erklärten. Denn der Name vom Uebergang der Bewegung von einem Körper auf den anderen erklärt nichts, und wenn man ihn nicht etwa (dem Grundsatze: *accidentia non migrant e substantiis in substantias* zuwider) buchstäblich nehmen will, als wenn Bewegung von einem Körper in einen anderen, wie Wasser aus einem Glase in das andere, gegossen würde, so ist es hier eben die Aufgabe, wie diese Möglichkeit begreiflich zu machen sei, deren Erklärung nun gerade auf demselben Grunde beruht, woraus das Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung abgeleitet wird. Man kann sich gar nicht denken, wie die Bewegung eines Körpers A mit der Bewegung eines anderen B nothwendig verbunden sein müsse, als so, dass man sich Kräfte an beiden denkt, die ihnen (dynamisch) vor aller Bewegung zukommen, z. B. Zurückstossung, und nun beweisen kann, dass die Bewegung des Körpers A durch Annäherung gegen B mit der Annäherung von B gegen A, und, wenn B als ruhig angesehen wird, mit der Bewegung desselben zusammt seinem Raume gegen A nothwendig verbunden sei, sofern die Körper mit ihren (ursprünglich) bewegenden Kräften blos relativ auf einander in Bewegung betrachtet werden. Dieses Letztere kann völlig *a priori* dadurch eingesehen werden, dass, es mag nun der Körper B in Ansehung des empirisch kennbaren Raumes ruhig oder bewegt sein, er doch in Ansehung des Körpers A nothwendig als bewegt, und zwar in entgegengesetzter Richtung als bewegt, angesehen werden müsse; weil sonst kein Einfluss desselben auf die repulsive Kraft beider stattfinden würde, ohne welchen ganz und gar keine mechanische Wirkung der Materien auf einander, d. i. keine Mittheilung der Bewegung durch den Stoss möglich ist.

---

zugestehen, indem es auf der besonderen Qualität der Materien beruhen sollte, die einander bewegen. In unserer Darstellung dieses Gesetzes ist es dagegen ganz einerlei, ob man die Körper, die einander stossen, absolut-hart oder nicht denken will. Wie aber die Transfusionisten der Bewegung die Bewegung elastischer Körper durch den Stoss nach ihrer Art erklären wollen, ist mir ganz unbegreiflich. Denn da ist klar, dass der ruhende Körper nicht als blos ruhend Bewegung bekomme, die der stossende einbüsst, sondern dass er im Stosse wirkliche Kraft in entgegengesetzter Richtung gegen den stossenden ausübe, um gleichsam die Feder zwischen beiden zusammenzudrücken, welches von seiner Seite ebensowohl wirkliche Bewegung (aber in entgegengesetzter Richtung) erfordert, als der bewegende Körper seinerseits dazu nöthig hat.

Anmerkung 2.

Die Benennung der Trägheitskraft *(vis inertiae)* muss also unerachtet des berühmten Namens ihres Urhebers, aus der Naturwissenschaft gänzlich weggeschafft werden, nicht allein weil sie einen Widerspruch im Ausdrucke selbst bei sich führt, oder auch deswegen, weil das Gesetz der Trägheit (Leblosigkeit) dadurch leicht mit dem Gesetze der Gegenwirkung in jeder mitgetheilten Bewegung verwechselt werden könnte, sondern vornehmlich weil dadurch die irrige Vorstellung derer, die der mechanischen Gesetze nicht recht kundig sind, erhalten und bestärkt wird, nach welcher die Gegenwirkung der Körper, von der unter dem Namen der Trägheitskraft die Rede ist, darin bestehe, dass die Bewegung dadurch in der Welt aufgezehrt, vermindert oder vertilgt, nicht aber die blosse Mittheilung derselben dadurch bewirkt werde, indem nämlich der bewegende Körper einen Theil seiner Bewegung blos dazu aufwenden müsste, um die Trägheit des ruhenden zu überwinden (welches denn reiner Verlust wäre); mit dem übrigen Theile allein könnte er den letzteren in Bewegung setzen; bliebe ihm aber nichts übrig, so würde er durch seinen Stoss den letzteren, seiner grossen Masse wegen, gar nicht in Bewegung bringen. Einer Bewegung kann nichts widerstehen, als entgegengesetzte Bewegung eines anderen, keineswegs aber dessen Ruhe. Hier ist also nicht Trägheit der Materie, d. i. blosses Unvermögen, sich von selbst zu bewegen, die Ursache eines Widerstandes. Eine besondere ganz eigenthümliche Kraft, blos um zu widerstehen, ohne einen Körper bewegen zu können, wäre unter dem Namen einer Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Man könnte also die drei Gesetze der allgemeinen Mechanik schicklicher so benennen: das Gesetz der Selbstständigkeit, der Trägheit und der Gegenwirkung der Materien *(lex subsistentiae, inertiae et antagonismi)* bei allen ihren Veränderungen derselben. Dass diese, mithin die gesammten Lehrsätze gegenwärtiger Wissenschaft, den Kategorien der Substanz, der Causalität und der Gemeinschaft, sofern diese Begriffe auf Materie angewandt werden, genau antworten, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Allgemeine Anmerkung zur Mechanik.

Die Mittheilung der Bewegung geschieht nur vermittelst solcher bewegenden Kräfte, die einer Materie auch in Ruhe beiwohnen (Undurchdringlichkeit und Anziehung). Die Wirkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke ist die Sollicitation desselben, die gewirkte Geschwindigkeit des letzteren durch die Sollicitation, sofern

sie in gleichem Verhältniss mit der Zeit wachsen kann, ist das Moment der Acceleration. (Das Moment der Acceleration muss also nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten, weil sonst der Körper durch dasselbe in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, welche unmöglich ist. Uebrigens beruht die Möglichkeit der Beschleunigung überhaupt, durch ein fortwährendes Moment derselben, auf dem Gesetze der Trägheit.) Die Sollicitation der Materie durch expansive Kraft (z. B. einer zusammengedrückten Luft, die ein Gewicht trägt), geschieht jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit aber, die dadurch einem anderen Körper eingedrückt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich klein sein; denn jene ist nur eine Flächenkraft, oder, welches einerlei ist, die Bewegung eines unendlich kleinen Quantums von Materie, die folglich mit endlicher Geschwindigkeit geschehen muss, um der Bewegung eines Körpers von endlicher Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit (einem Gewichte) gleich zu sein. Dagegen ist die Anziehung eine durchdringende Kraft, und als mit einer solchen übt ein endliches Quantum der Materie auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern bewegende Kraft aus. Die Sollicitation der Anziehung muss also unendlich klein sein, weil sie dem Moment der Acceleration (welches jederzeit unendlich klein sein muss), gleich ist, welches bei der Zurückstossung, da ein unendlich kleiner Theil der Materie einem endlichen ein Moment eindrücken soll, der Fall nicht ist. Es lässt sich keine Anziehung mit einer endlichen Geschwindigkeit denken, ohne dass die Materie durch ihre eigene Anziehungskraft sich selbst durchdringen müsste. Denn der Anziehung, welche eine endliche Quantität Materie auf eine endliche mit einer endlichen Geschwindigkeit ausübt, muss eine jede endliche Geschwindigkeit, womit die Materie durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit einem unendlich kleinen Theil der Quantität ihrer Materie entgegenwirkt, in allen Punkten der Zusammendrückung überlegen sein. Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft ist, wie man sich den Zusammenhang denkt, so würde das Gegentheil von diesem erfolgen. Allein es ist unmöglich, ihn so zu denken, wenn er wahre Anziehung (und nicht blos äussere Zusammendrückung) sein soll.

Ein absolut-harter Körper würde derjenige sein, dessen Theile einander so stark zögen, dass sie durch kein Gewicht getrennt, noch in ihrer Lage gegen einander verändert werden könnten. Weil nun die Theile der Materie eines solchen Körpers sich mit einem Moment der Acceleration ziehen müssten, welches gegen das der Schwere unendlich, der Masse aber, welche dadurch getrieben wird, endlich sein würde, so müsste der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, als expansive Kraft,

da er jederzeit mit einer unendlich kleinen Quantität der Materie geschieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollicitation geschehen, d. i. die Materie würde sich mit unendlicher Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist. Also ist ein absolut-harter Körper, d. i. ein solcher, der einem mit endlicher Geschwindigkeit bewegten Körper im Stosse einen Widerstand, der der ganzen Kraft desselben gleich wäre, in einem Augenblick entgegensetzte, unmöglich. Folglich leistet eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit oder Zusammenhang gegen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewegung in einem Augenblicke nur unendlich kleinen Widerstand. Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz der Stetigkeit *(lex continui mechanica)*, nämlich: an keinem Körper wird der Zustand der Ruhe oder der Bewegung, und an dieser, der Geschwindigkeit oder der Richtung, durch den Stoss in einem Augenblicke verändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied von einander kleiner ist, als der des ersten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf eine Materie stösst, wird also durch deren Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe, oder der, so in Ruhe war, nur durch continuirliche Acceleration in Bewegung, oder aus einem Grade Geschwindigkeit in einen andern nur nach derselben Regel versetzt; imgleichen wird die Richtung seiner Bewegung in eine solche, die mit jener einen Winkel macht, nicht anders, als vermittelst aller möglichen dazwischen liegenden Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in einer krummen Linie, verändert (welches Gesetz aus einem ähnlichen Grunde auch auf die Veränderung des Zustandes eines Körpers durch Anziehung erweitert werden kann). Diese *lex continui* gründet sich auf das Gesetz der Trägheit der Materie, da hingegen das metaphysische Gesetz der Stetigkeit auf alle Veränderung (innere sowohl, als äussere) überhaupt ausgedehnt sein müsste, und also auf den blossen Begriff einer Veränderung überhaupt, als Grösse, und der Erzeugung derselben (die nothwendig in einer gewissen Zeit continuirlich, so wie die Zeit selbst, vorginge), gegründet sein würde, hier also keinen Platz findet.

Viertes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe der Phänomenologie.

Erklärung.

Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung sein kann.

Anmerkung.

Bewegung ist, so wie alles, was durch Sinne vorgestellt wird, nur als Erscheinung gegeben. Damit ihre Vorstellung Erfahrung werde, dazu wird noch erfordert, dass etwas durch den Verstand gedacht werde, nämlich zu der Art, wie die Vorstellung dem Subjecte inhärirt, noch die Bestimmung eines Objects durch dieselbe. Also wird das Bewegliche, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung, wenn ein gewisses Object (hier also ein materielles Ding), in Ansehung des Prädicats der Bewegnng als bestimmt gedacht wird. Nun ist aber Bewegung Veränderung der Relation im Raume. Es sind also hier immer zwei Correlata, deren einem in der Erscheinung erstlich ebenso gut, wie dem anderen die Veränderung beigelegt, und dasselbe entweder, oder das andere bewegt genannt werden kann, weil beides gleichgültig ist, oder zweitens, deren eines in der Erfahrung mit Ausschliessung des anderen als bewegt gedacht werden muss, oder drittens, deren beide nothwendig durch Vernunft als zugleich bewegt vorgestellt werden müssen. In der Erscheinung, die nichts, als die Relation in der Bewegung (ihrer Veränderung nach) enthält, ist nichts von diesen Bestimmungen enthalten;

wenn aber das Bewegliche, als ein solches, nämlich seiner Bewegung nach, bestimmt gedacht werden soll, d. i. zum Behuf einer möglichen Erfahrung, ist es nöthig, die Bedingungen anzuzeigen, unter welchen der Gegenstand (die Materie) auf eine oder andere Art durch das Prädicat der Bewegung bestimmt werden müsse. Hier ist nicht die Rede von Verwandlung des Scheins in Wahrheit, sondern der Erscheinung in Erfahrung; denn beim Scheine ist der Verstand mit seinen, einen Gegenstand bestimmenden Urtheilen jederzeit im Spiele, obzwar er in Gefahr ist, das Subjective für objectiv zu nehmen; in der Erscheinung aber ist gar kein Urtheil des Verstandes anzutreffen; welches nicht blos hier, sondern in der ganzen Philosophie anzumerken nöthig ist, weil man sonst, wenn von Erscheinungen die Rede ist, und man nimmt diesen Ausdruck für einerlei der Bedeutung nach mit dem des Scheins, jederzeit übel verstanden wird.

Lehrsatz 1.

Die geradlinigte Bewegung einer Materie in Ansehung eines empirischen Raumes ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein blos mögliches Prädicat. Ebendasselbe in gar keiner Relation auf eine Materie ausser ihr, d. i. als absolute Bewegung gedacht, ist unmöglich.

Beweis.

Ob ein Körper im relativen Raume bewegt, dieser aber ruhig genannt werde, oder umgekehrt, dieser in entgegengesetzter Richtung gleich geschwinde bewegt, dagegen jener ruhig genannt werden solle, ist kein Streit über das, was dem Gegenstande, sondern nur seinem Verhältnisse zum Subject, mithin der Erscheinung und nicht der Erfahrung zukommt. Denn stellt sich der Zuschauer in demselben Raume als ruhig, so heisst ihm der Körper bewegt; stellt er sich (wenigstens in Gedanken) in einem andern und jenen umfassenden Raum, in Ansehung dessen der Körper gleichfalls ruhig ist, so heisst jener relative Raum bewegt. Also ist in der Erfahrung (einer Erkenntniss, die das Object für alle Erscheinungen gültig bestimmt), gar kein Unterschied zwischen der Bewegung des Körpers im relativen Raume, oder der Ruhe des Körpers im absoluten und der entgegengesetzten gleichen Bewegung des relativen Raums. Nun ist die Vorstellung eines Gegenstandes durch eines von zweien Prädi-

caten, die in Ansehung des Objects gleichgeltend sind und sich nur in Ansehung des Subjects und seiner Vorstellungsart von einander unterscheiden, nicht die Bestimmung nach einem disjunctiven, sondern blos die Wahl nach einem alternativen Urtheile (deren das erstere von zweien objectiv entgegengesetzten Prädicaten eines mit Ausschliessung des Gegentheils, das andere aber von objectiv zwar gleichgeltenden, subjectiv aber einander entgegengesetzten Urtheilen, ohne Ausschliessung des Gegentheils vom Objekt, — also durch blosse Wahl — eines zur Bestimmung desselben annimmt)*; das heisst: durch den Begriff der Bewegung, als Gegenstandes der Erfahrung, ist es an sich unbestimmt, mithin gleichgeltend, ob ein Körper im relativen Raume, oder dieser in Ansehung jenes als bewegt vorgestellt werde. Nun ist dasjenige, was in Ansehung zweier einander entgegengesetzter Prädicate an sich unbestimmt ist, sofern blos möglich. Also ist die geradlinigte Bewegung einer Materie im empirischen Raume, zum Unterschiede von der entgegengesetzten gleichen Bewegung des Raumes, in der Erfahrung ein blos mögliches Prädicat; welches das Erste war.

Da ferner eine Relation, mithin auch eine Veränderung derselben, d. i. Bewegung, nur sofern ein Gegenstand der Erfahrung sein kann, als beide Correlate Gegenstände der Erfahrung sind; der reine Raum aber, den man auch, im Gegensatze gegen den relativen (empirischen), den absoluten Raum nennt, kein Gegenstand der Erfahrung und überall nichts ist, so ist die geradlinigte Bewegung ohne Beziehung auf irgend etwas Empirisches, d. i. die absolute Bewegung, schlechterdings unmöglich; welches das Zweite war.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Phoronomie.

Lehrsatz 2.

Die Kreisbewegung einer Materie ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein wirkliches Prädicat derselben; dagegen ist die entgegengesetzte Bewegung eines relativen Raums, statt der Bewegung des Körpers genommen, keine wirkliche Bewegung

---

* Von diesem Unterschiede der disjunctiven und alternativen Entgegensetzung ein Mehreres in der allgemeinen Anmerkung zu diesem Hauptstücke.

des letzteren, sondern, wenn sie dafür gehalten wird, ein blosser Schein.

Beweis.

Die Kreisbewegung ist (so wie jede krummlinigte), eine continuirliche Veränderung der geradlinigten, und da diese selbst eine continuirliche Veränderung der Relation in Ansehung des äusseren Raumes ist, so ist die Kreisbewegung eine Veränderung der Veränderung dieser äusseren Verhältnisse im Raume, folglich ein continuirliches Entstehen neuer Bewegungen. Weil nun nach dem Gesetze der Trägheit eine Bewegung, sofern sie entsteht, eine äussere Ursache haben muss, gleichwohl aber der Körper in jedem Punkte dieses Kreises (nach ebendemselben Gesetze) für sich in der den Kreis berührenden geraden Linie fortzugehen bestrebt ist, welche Bewegung jener äusseren Ursache entgegenwirkt, so beweist jeder Körper in der Kreisbewegung durch seine Bewegung eine bewegende Kraft. Nun ist die Bewegung des Raumes, zum Unterschiede der Bewegung des Körpers, blos phoronomisch und hat keine bewegende Kraft. Folglich ist das Urtheil, dass hier entweder der Körper, oder der Raum, in entgegengesetzter Richtung bewegt sei, ein disjunctives Urtheil, durch welches, wenn das eine Glied, nämlich die Bewegung des Körpers, gesetzt ist, das andere, nämlich die des Raumes, ausgeschlossen wird; also ist die Kreisbewegung eines Körpers, zum Unterschiede von der Bewegung des Raums, wirkliche Bewegung, folglich die letztere, wenn sie gleich der Erscheinung nach mit der ersteren übereinkommt, dennoch im Zusammenhange aller Erscheinungen, d. i. der möglichen Erfahrung, dieser widerstreitend, also nichts als blosser Schein.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Dynamik; denn eine Bewegung, die nicht ohne den Einfluss einer continuirlich wirkenden äusseren bewegenden Kraft stattfinden kann, beweiset mittelbar oder unmittelbar ursprüngliche Bewegkräfte der Materie, es sei der Anziehung oder Zurückstossung. — Uebrigens kann NEWTON'S Scholium zu den Definitionen, die er seinen *Princ. Philos. Nat. Math.* vorangesetzt hat, gegen das Ende, hierüber nachgesehen werden, aus welchem erhellt, dass die Kreisbewegung zweier Körper um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt (mithin auch die Achsendrehung der Erde), selbst im leeren Raume, also ohne alle durch Erfahrung mögliche Ver-

gleichung mit dem äusseren Raume dennoch vermittelst der Erfahrung könne erkannt werden, dass also eine Bewegung, die eine Veränderung der äusseren Verhältnisse im Raume ist, empirisch gegeben werden könne, obgleich dieser Raum selbst nicht empirisch gegeben und kein Gegenstand der Erfahrung ist, welches Paradoxon aufgelöst zu werden verdient.

Lehrsatz 3.

In jeder Bewegung eines Körpers, wodurch er in Ansehung eines anderen bewegend ist, ist eine entgegengesetzte gleiche Bewegung des letzteren nothwendig.

Beweis.

Nach dem dritten Gesetze der Mechanik (Lehrs. 4) ist die Mittheilung der Bewegung der Körper nur durch die Gemeinschaft ihrer ursprünglich bewegenden Kräfte, und diese nur durch beiderseitige entgegengesetzte und gleiche Bewegung möglich. Die Bewegung beider ist also wirklich. Da aber die Wirklichkeit dieser Bewegung nicht (wie im zweiten Lehrsatze) auf dem Einflusse äusserer Kräfte beruht, sondern aus dem Begriffe der Relation des Bewegten im Raume zu jedem anderen dadurch Beweglichen unmittelbar und unvermeidlich folgt, so ist die Bewegung des letzteren nothwendig.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Mechanik. — Dass übrigens diese drei Lehrsätze die Bewegung der Materie in Ansehung ihrer Möglichkeit, Wirklichkeit und Nothwendigkeit, mithin in Ansehung aller dreien Kategorien der **Modalität** bestimmen, fällt von selbst in die Augen.

Allgemeine Anmerkung zur Phänomenologie.

Es zeigen sich also hier drei Begriffe, deren Gebrauch in der allgemeinen Naturwissenschaft unvermeidlich, deren genaue Bestimmung um deswillen nothwendig, obgleich eben nicht so leicht und fasslich ist, nämlich der Begriff der Bewegung im relativen (beweglichen) Raume, zweitens der Begriff der Bewegung im absoluten (unbeweglichen) Raume, drittens der Begriff der relativen Bewegung überhaupt, zum Unterschiede von der absoluten. Allen wird der Begriff des absoluten Raumes zum Grunde gelegt. Wie kommen wir aber zu diesem

sonderbaren Begriffe, und worauf beruht die Nothwendigkeit seines Gebrauchs?

Er kann kein Gegenstand der Erfahrung sein; denn der Raum ohne Materie ist kein Object der Wahrnehmung, und dennoch ist er ein nothwendiger Vernunftbegriff, mithin nichts weiter, als eine blosse Idee. Denn damit Bewegung auch nur als Erscheinung gegeben werden könne, dazu wird eine empirische Vorstellung des Raums, in Ansehung dessen das Bewegliche sein Verhältniss verändern soll, erfordert; der Raum aber, der wahrgenommen werden soll, muss material, mithin, dem Begriffe einer Materie überhaupt zufolge, selbst beweglich sein. Um ihn nun bewegt zu denken, darf man ihn nur als in einem Raume von grösserem Umfange enthalten denken und diesen als ruhig annehmen. Mit diesem aber lässt sich ebendasselbe in Ansehung eines noch mehr erweiterten Raumes veranstalten und so ins Unendliche, ohne jemals zu einem unbeweglichen (unmateriellen) Raume durch Erfahrung zu gelangen, in Ansehung dessen irgend einer Materie schlechthin Bewegung oder Ruhe beigelegt werden könne, sondern der Begriff dieser Verhältnissbestimmungen wird beständig abgeändert werden müssen, nachdem man das Bewegliche mit einem oder dem andern dieser Räume in Verhältniss betrachten wird. Da nun die Bedingung, etwas als ruhig oder bewegt anzusehen, im relativen Raume ins Unendliche immer wiederum bedingt ist, so erhellt daraus erstlich: dass alle Bewegung oder Ruhe blos relativ und keine absolut sein könne, d. i. dass Materie bloss in Verhältniss auf Materie, niemals aber in Ansehung des blossen Raumes ohne Materie als bewegt oder ruhig gedacht werden könne, mithin absolute Bewegung, d. i. eine solche, die ohne alle Beziehung einer Materie auf eine andere gedacht wird, schlechthin unmöglich sei; zweitens, dass auch eben darum kein für alle Erscheinung gültiger Begriff von Bewegung oder Ruhe im relativen Raume möglich sei, sondern man sich einen Raum, in welchem dieser selbst als bewegt gedacht werden könne, der aber seiner Bestimmung nach weiter von keinem anderen empirischem Raume abhängt und daher nicht wiederum bedingt ist, d. i. einen absoluten Raum, auf den alle relativen Bewegungen bezogen werden können, denken müsse, in welchem alles Empirische beweglich ist, eben darum, damit in demselben alle Bewegung des Materiellen, als blos relativ gegen einander, als alternativwechselseitig*, keine aber als absolute Bewegung oder Ruhe (da, indem

* In der Logik bezeichnet das Entweder-Oder jederzeit ein disjunctives Urtheil; da denn, wenn das Eine wahr ist, das Andere falsch sein muss. Z. B. ein Körper ist entweder bewegt, oder nicht bewegt, d. i. in Ruhe. Denn man redet da lediglich von dem Verhältniss des Erkenntnisses zum Objecte. In der

das Eine bewegt heisst, das Andere, worauf in Beziehung jenes bewegt ist, gleichwohl als schlechthin ruhig vorgestellt wird), gelten möge. Der absolute Raum ist also nicht als ein Begriff von einem wirklichen Object, sondern als eine Idee, welche zur Regel dienen soll, alle Bewegung in ihm blos als relativ zu betrachten, nothwendig, und alle Bewegung und Ruhe muss auf den absoluten Raum reducirt werden, wenn die Erscheinung derselben in einen bestimmten Erfahrungsbegriff (der alle Erscheinungen vereinigt) verwandelt werden soll.

So wird die geradlinigte Bewegung eines Körpers im relativen Raume auf den absoluten Raum reducirt, wenn ich den Körper als an sich ruhig, jenen Raum aber im absoluten (der nicht in die Sinne fällt) in entgegengesetzter Richtung bewegt, und diese Vorstellung als diejenige denke, welche gerade dieselbe Erscheinung gibt, wodurch denn alle möglichen Erscheinungen geradlinigter Bewegungen, die ein Körper allenfalls zugleich haben mag, auf den Erfahrungsbegriff, der sie insgesammt vereinigt, nämlich den der blos relativen Bewegung und Ruhe zurückgeführt werden.

Die Kreisbewegung, weil sie, nach dem zweiten Lehrsatze, auch ohne Beziehung auf den äusseren empirisch-gegebenen Raum als wirkliche Bewegung in der Erfahrung gegeben werden kann, scheint doch in der That absolute Bewegung zu sein. Denn die relative in Ansehung des äusseren Raums (z. B. die Achsendrehung der Erde relativ auf die Sterne des Himmels) ist eine Erscheinung, an deren Stelle die entgegengesetzte Bewegung dieses Raums (des Himmels) in derselben Zeit, als jener völlig gleichgeltend, gesetzt werden kann, die aber nach diesem

---

Erscheinungslehre, wo es auf das Verhältniss zum Subject ankommt, um darnach das Verhältniss der Objecte zu bestimmen, ist es anders. Denn da ist der Satz: der Körper ist entweder bewegt und der Raum ruhig, oder umgekehrt, nicht ein disjunctiver Satz in objectiver, sondern nur in subjectiver Beziehung, und beide darin enthaltenen Urtheile gelten alternativ. In ebenderselben Phänomenologie, wo die Bewegung nicht blos phoronomisch, sondern vielmehr dynamisch betrachtet wird, ist dagegen der disjunctive Satz in objectiver Bedeutung zu nehmen; d. i. an die Stelle der Umdrehung eines Körpers kann ich nicht die Ruhe desselben und dagegen die entgegengesetzte Bewegung des Raumes annehmen. Wo aber die Bewegung sogar mechanisch betrachtet wird (wie wenn ein Körper gegen einen dem Scheine nach ruhigen anläuft), ist sogar das der Form nach disjunctive Urtheil in Ansehung des Objects distributiv zu gebrauchen, so dass die Bewegung nicht entweder dem einen, oder dem anderen, sondern einem jeden ein gleicher Antheil daran beigelegt werden muss. Diese Unterscheidung der alternativen, disjunctiven und distributiven Bestimmung eines Begriffs, in Ansehung entgegengesetzter Prädicate, hat ihre Wichtigkeit, kann aber hier nicht weiter erörtert werden.

Lehrsatze in der Erfahrung durchaus nicht an deren Stelle gesetzt werden darf, mithin auch jene Kreisdrehung nicht als äusserlich relativ vorgestellt werden soll, welches so lautet, als ob diese Art der Bewegung für absolut anzunehmen sei.

Allein es ist wohl zu merken: dass hier von der wahren (wirklichen) Bewegung, die doch nicht als solche erscheint, die also, wenn man sie blos nach empirischen Verhältnissen zum Raume beurtheilen wollte, für Ruhe könnte gehalten werden, d. i. von der wahren Bewegung zum Unterschiede vom Schein, nicht aber von ihr als absoluten Bewegung im Gegensatze der relativen die Rede sei, mithin die Kreisbewegung, ob sie zwar in der Erscheinung keine Stellen-Veränderung, d. i. keine phoronomische, des Verhältnisses des Bewegten zum (empirischen) Raume zeigt, dennoch eine durch Erfahrung erweisliche continuirliche dynamische Veränderung des Verhältnisses der Materie in ihrem Raume, z. B. eine beständige Verminderung der Anziehung durch eine Bestrebung zu entfliehen, als Wirkung der Kreisbewegung, zeige und dadurch den Unterschied derselben vom Schein sicher bezeichne. Man kann sich z. B. die Erde im unendlichen leeren Raum, als um die Achse gedreht, vorstellen, und diese Bewegung auch durch Erfahrung darthun, obgleich weder das Verhältniss der Theile der Erde untereinander, noch zum Raume ausser ihr, phoronomisch, d. i. in der Erscheinung verändert wird. Denn in Ansehung des ersteren als empirischen Raumes verändert nichts auf und in der Erde seine Stelle, und in Beziehung des zweiten, der ganz leer ist, kann überall kein äusseres verändertes Verhältniss, mithin auch keine Erscheinung einer Bewegung stattfinden. Allein wenn ich mir eine zum Mittelpunkt der Erde hingehende tiefe Höhle vorstelle, und lasse einen Stein darin fallen, finde aber, dass, obzwar in jeder Weite vom Mittelpunkt die Schwere immer nach diesem hin gerichtet ist, der fallende Stein dennoch von seiner senkrechten Richtung im Fallen continuirlich und zwar von West nach Ost abweiche, so schliesse ich, die Erde sei vom Abend gegen Morgen um die Achse gedreht. Oder wenn ich auch ausserhalb den Stein von der Oberfläche der Erde weiter entferne, und er bleibt nicht über demselben Punkte der Oberfläche, sondern entfernt sich von demselben von Westen nach Osten, so werde ich auf ebendieselbe vorhergenannte Achsendrehung der Erde schliessen und beiderlei Wahrnehmungen werden zum Beweise der Wirklichkeit dieser Bewegung hinreichend sein, wozu die Veränderung des Verhältnisses zum äusseren Raume (dem bestirnten Himmel) nicht hinreicht, weil sie blosse Erscheinung ist, die von zwei in der That entgegengesetzten Gründen herrühren kann und nicht ein aus dem Erklärungsgrunde aller Erscheinungen dieser Veränderung

abgeleitetes Erkenntniss, d. i. Erfahrung, ist. Dass aber diese Bewegung, ob sie gleich keine Veränderung des Verhältnisses zum empirischen Raume ist, dennoch keine absolute Bewegung, sondern continuirliche Veränderung der Relationen der Materien zu einander, obzwar im absoluten Raume vorgestellt, mithin wirklich nur relative und sogar darum allein wahre Bewegung sei, das beruht auf der Vorstellung der wechselseitigen continuirlichen Entfernung eines jeden Theils der Erde (ausserhalb der Achse) von jedem andern ihm in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte im Diameter gegenüber liegenden. Denn diese Bewegung ist im absoluten Raume wirklich, indem dadurch der Abgang der gedachten Entfernung, den die Schwere für sich allein dem Körper zuziehen würde, und zwar ohne alle dynamische zurücktreibende Ursache (wie man aus dem von NEWTON *Princ. Phil. Nat. pag.* 10. *Edit.* 1714* gewählten Beispiele ersehen kann), mithin durch wirkliche, aber auf den innerhalb der bewegten Materie (nämlich des Centrum derselben) beschlossenen, nicht aber auf den äusseren Raum bezogene Bewegung, continuirlich ersetzt wird.

Was den Fall des dritten Lehrsatzes anlangt, so bedarf es, um die Wahrheit der wechselseitig-entgegengesetzten und gleichen Bewegung beider Körper auch ohne Rücksicht auf den empirischen Raum zu zeigen, nicht einmal des im zweiten Fall nöthigen, durch Erfahrung gegebenen thätigen dynamischen Einflusses (der Schwere oder eines gespannten Fadens), sondern die blosse dynamische Möglichkeit eines solchen Einflusses, als Eigenschaft der Materie (die Zurückstossung oder Anziehung), führt bei der Bewegung der einen die gleiche und entgegengesetzte Bewegung der andern zugleich mit sich, und zwar aus blossen Begriffen einer relativen Bewegung, wenn sie im absoluten Raume, d. i. nach der Wahrheit betrachtet wird, und ist daher, wie alles, was aus blossen Begriffen hinreichend erweislich ist, ein Gesetz einer schlechterdings nothwendigen Gegenbewegung.

Es ist also auch keine absolute Bewegung, wenngleich ein Körper im leeren Raume in Ansehung eines anderen als bewegt gedacht wird; die Bewegung beider wird hier nicht relativ auf den sie umgebenden Raum,

---

* Er sagt daselbst: *Motus quidem veros corporum singulorum cognoscere et ab apparentibus actu discriminare difficillimum est: propterea quod partes spatii illius immobilis, in quo corpora vere moventur, non incurrunt in sensus. Causa tamen non est prorsus desperata.* Hierauf lässt er zwei durch einen Faden verknüpfte Kugeln sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt im leeren Raume drehen, und zeigt, wie die Wirklichkeit ihrer Bewegung sammt der Richtung derselben dennoch durch Erfahrung könne gefunden werden. Ich habe dieses auch an der um ihre Achse bewegten Erde unter etwas veränderten Umständen zu zeigen gesucht.

sondern nur auf den zwischen ihnen, welcher ihr äusseres Verhältniss unter einander allein bestimmt, als den absoluten Raum betrachtet, und ist also wiederum nur relativ. Absolute Bewegung würde also nur diejenige sein, die einem Körper ohne ein Verhältniss auf irgend eine andere Materie zukäme. Eine solche wäre allein die geradlinigte Bewegung des Weltganzen, d. i. des Systems aller Materie. Denn wenn ausser einer Materie noch irgend eine andere, selbst durch den leeren Raum getrennte Materie wäre, so würde die Bewegung schon relativ sein. Um deswillen ist ein jeder Beweis eines Bewegungsgesetzes, der darauf hinausläuft, dass das Gegentheil desselben eine geradlinigte Bewegung des ganzen Weltgebäudes zur Folge haben müsste, ein apodiktischer Beweis der Wahrheit desselben; blos weil daraus absolute Bewegung folgen würde, die schlechterdings unmöglich ist. Von der Art ist das Gesetz des Antagonismus in aller Gemeinschaft der Materie durch Bewegung. Denn eine jede Abweichung von demselben würde den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Schwere aller Materie, mithin das ganze Weltgebäude aus der Stelle rücken, welches dagegen, wenn man dieses sich als um seine Achse gedreht vorstellen wollte, nicht geschehen würde, welche Bewegung also immer noch zu denken möglich, obzwar anzunehmen, so viel man absehen kann, ganz ohne begreiflichen Nutzen sein würde.

Auf die verschiedenen Begriffe der Bewegung und bewegenden Kräfte haben auch die verschiedenen Begriffe vom leeren Raume ihre Beziehung. Der leere Raum in phoronomischer Rücksicht, der auch der absolute Raum heisst, sollte billig nicht ein leerer Raum genannt werden; denn er ist nur die Idee von einem Raume, in welchem ich von aller besonderen Materie, die ihn zum Gegenstande der Erfahrung macht, abstrahire, um in ihm den materiellen, oder jeden empirischen Raum noch als beweglich und dadurch die Bewegung nicht blos einseitig als absolutes, sondern jederzeit wechselseitig als blos relatives Prädicat zu denken. Er ist also gar nichts, was zur Existenz der Dinge, sondern blos zur Bestimmung der Begriffe gehört, und sofern existirt kein leerer Raum. Der leere Raum in dynamischer Rücksicht ist der, der nicht erfüllt ist; d. i. worin dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widersteht, folglich keine repulsive Kraft wirkt, und er kann entweder der leere Raum in der Welt (*vacuum mundanum*), oder, wenn diese als begrenzt vorgestellt wird, der leere Raum ausser der Welt (*vacuum extramundanum*) sein; der erstere auch entweder als zerstreuter (*vacuum disseminatum*, der nur einen Theil des Volumens der Materie ausmacht), oder als gehäufter leerer Raum (*vacuum coacervatum*, der die Körper, z. B. Weltkörper, von einander absondert), vorgestellt werden,

welche Unterscheidung, da sie nur auf dem Unterschied der Plätze, die man dem leeren Raum in der Welt anweist, beruht, eben nicht wesentlich ist, aber doch in verschiedener Absicht gebraucht wird, der erste, um den specifischen Unterschied der Dichtigkeit, der zweite, um die Möglichkeit einer von allem äusseren Widerstande freien Bewegung im Weltraume davon abzuleiten. Dass den leeren Raum in der ersteren Absicht anzunehmen nicht nöthig sei, ist schon in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik gezeigt worden; dass er aber unmöglich sei, kann aus seinem Begriffe allein, nach dem Satze des Widerspruchs, keineswegs bewiesen werden. Gleichwohl, wenn hier auch kein blos logischer Grund der Verwerfung desselben anzutreffen wäre, könnte doch ein allgemeiner physischer Grund, ihn aus der Naturlehre zu verweisen, nämlich der von der Möglichkeit der Zusammensetzung einer Materie überhaupt, da sein, wenn man die letztere nur besser einsähe. Denn wenn die Anziehung, die man zur Erklärung des Zusammenhanges der Materie annimmt, nur scheinbare, nicht wahre Anziehung, vielmehr etwa blos die Wirkung einer Zusammendrückung durch äussere im Weltraume allenthalben verbreitete Materie (den Aether), welche selbst nur durch eine allgemeine und ursprüngliche Anziehung, nämlich die Gravitation, zu diesem Drucke gebracht wird, sein sollte, welche Meinung manche Gründe für sich hat; so würde der leere Raum innerhalb der Materien, wenngleich nicht logisch, doch dynamisch und also physisch unmöglich sein, weil jede Materie sich in die leeren Räume, die man innerhalb derselben annähme (da ihrer expansiven Kraft hier nichts widersteht), von selbst ausbreiten und sie jederzeit erfüllt erhalten würde. Ein leerer Raum ausser der Welt würde, wenn man unter dieser den Inbegriff aller vorzüglich attractiven Materien (der grossen Weltkörper) versteht, aus ebendenselben Gründen unmöglich sein, weil nach dem Maasse, als die Entfernung von diesen zunimmt, auch die Anziehungskraft auf den Aether (der jene Körper alle einschliesst und, von jener getrieben, sie in ihrer Dichtigkeit durch Zusammendrückung erhält), in umgekehrtem Verhältnisse abnimmt, dieser also selbst nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgend aber den Raum ganz leer lassen würde. Dass es indessen mit dieser Wegschaffung des leeren Raumes ganz hypothetisch zugeht, darf Niemand befremden; geht es doch mit der Behauptung desselben nicht besser zu. Diejenigen, welche diese Streitfrage dogmatisch zu entscheiden wagen, sie mögen es bejahend oder verneinend thun, stützen sich zuletzt auf lauter metaphysische Voraussetzungen, wie aus der Dynamik zu ersehen ist, und es war wenigstens nöthig, hier zu zeigen, dass diese über gedachte Aufgabe gar nicht entscheiden können. Was drittens den leeren Raum in mecha-

nischer Absicht betrifft, so ist dieser das gehäufte Leere innerhalb dem Weltganzen, um den Weltkörpern freie Bewegung zu verschaffen. Man sieht leicht, dass die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschliessenden Naturgeheimnisse, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze, beruhe. Gleichwohl, wenn das, was in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik von der ins Unendliche möglichen grösseren Ausdehnung specifisch verschiedener Stoffe, bei derselben Quantität der Materie (ihrem Gewichte nach) gesagt worden, eingeräumt wird, so möchte wohl, um der freien und dauernden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen, unnöthig sein, weil der Widerstand, selbst bei gänzlich erfüllten Räumen, alsdenn doch so klein, als man will, gedacht werden kann.

Und so endigt sich die metaphysische Körperlehre mit dem Leeren und eben darum Unbegreiflichen, worin sie einerlei Schicksal mit allen übrigen Versuchen der Vernunft hat, wenn sie im Zurückgehen zu Principien den ersten Gründen der Dinge nachstrebt, da, weil es ihre Natur so mit sich bringt, niemals etwas Anderes, als sofern es unter gegebenen Bedingungen bestimmt ist, zu begreifen, folglich sie weder beim Bedingten stehen bleiben, noch sich das Unbedingte fasslich machen kann, ihr, wenn Wissbegierde sie auffordert, das absolute Ganze aller Bedingungen zu fassen, nichts übrig bleibt, als von den Gegenständen auf sich selbst zurückzukehren, um anstatt der letzten Grenze der Dinge die letzte Grenze ihres eigenen sich selbst überlassenen Vermögens zu erforschen und zu bestimmen.

Oswald Schmidt, Leipzig.

Veröffentlichungen der
Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien.
Band IIIb.

Studien zur gegenwärtigen

Philosophie der Mechanik.

Als Nachwort zu:

Kant's Metaphysische Anfangsgründe
der
Naturwissenschaft.

Von

Dr. Alois Höfler,

Privatdocent der Philosophie und der Pädagogik an der Universität Wien,
k. k. Schulrath, Professor der Mathematik, Physik und philosophischen Propädeutik
an der Theresianischen Akademie in Wien.

Leipzig 1900.
Verlag von C. E. M. Pfeffer.



Vorbemerkung.

„... Ich möchte Jenen, welche irgend ein metaphysisches System studieren, anempfehlen, den Theil desselben, der sich mit physikalischen Begriffen beschäftigt, sorgfältig zu prüfen."

MAXWELL, Matter and Motion, Art. XVI.

Gelegentlich eines Collegs: „KANT'S Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, verglichen mit MAXWELL'S Stoff und Bewegung", das ich im Wintersemester 1898/99 an der Universität Wien abgehalten habe, stellte es sich als eine Unbequemlichkeit für die Teilnehmer heraus, dass jene Schrift KANT'S seit ihrer dritten, unveränderten Auflage 1800 nicht mehr selbständig gedruckt worden, sondern nur in den Gesammtausgaben KANT'S zugänglich war. Da die Philosophische Gesellschaft an der Universität zu Wien um jene Zeit als zweiten Band ihrer Veröffentlichungen die „Vorreden und Einleitungen zu klassischen Werken der Mechanik"[1]) vorbereitete, lag als drittes Bändchen ein Neudruck der Schrift KANT'S nahe, indem ihr Gegenstand sich auf gleichem Gebiet, das man die Philosophie der Mechanik nennen kann, bewegt. Der Verleger ging auf den Vorschlag zu einem solchen Neudruck des Kant-Textes bereitwilligst ein und stellte auch den Teilnehmern des Collegs eine grössere Anzahl Vordrucke unentgeltlich zur Verfügung, für welches Entgegenkommen ihm an dieser Stelle unser Dank gebührt. Andrerseits trug der Umstand, dass diese Sonderdrucke ein Semester lang von vielen Augen gelesen wurden, zur Correctheit des Druckes vorliegender Ausgabe bei, für welche Unterstützung ich den Teilnehmern des Collegs hiermit nochmals danke.

Dem Neudruck ist zu Grunde gelegt die Ausgabe von Hartenstein: „Kants sämmtliche Werke", Vierter Band, 1867. — Hartenstein sagt in der Vorrede zu diesem Band, S. VII: „Die metaphy-

[1]) Enthaltend die Hauptstellen philosophischen Inhaltes aus GALILEI, NEWTON, d'ALEMBERT, LAGRANGE, KIRCHHOFF, HERTZ. — 258 S.

schen Anfangsgründe der Naturwissenschaft erschienen zuerst 1786 (Riga, J. F. HARTKNOCH, XXIV u. 158 S. gr. 8). Schon 1787 erschien eine zweite, den Typen, der Einrichtung des Drucks und der Seitenzahl nach mit jener ganz übereinstimmende Ausgabe, die sich von ihr lediglich durch die Verbesserung einiger weniger Druckfehler unterscheidet. Abgesehen von einem Nachdrucke (Frankfurt u. Leipzig, 1794) erschien bei KANT'S Leben im Jahre 1800 die dritte Ausgabe, die wieder ein blosser Abdruck der zweiten ist. Die nicht ganz geringe Anzahl von Lesarten, die in den beiden ersten Ausgaben gleichlautend sich als Druckfehler verrathen, hat folgende Änderungen des ursprünglichen Textes veranlasst. Es ist gesetzt worden **363,** 9 u. (Text) Objecten st. Objecte; **365,** 13 o. (Anm.) des äusseren st. äusserer; **367,** 7 o. sich findet st. findet; **370,** 10 u. sich bewegt st. bewegt; **376,** 8 o. Grade verzögert werde, der kleiner ist st. Grade, der kleiner ist; **381,** 10 o. jeder st. jede; **383,** 1 o. die Richtungen st. Richtungen, 14 o. der relative Raum st. der Raum; **390,** 19 u. Lehrsatz 1 st. Lehrsatz 2; **397,** 8 o. ihn st. sie; **403,** 15 o. Demnach st. Dennoch; **406,** 15 u. gar st. ganz; **411,** 20 u. Weiten st. Welten, 11 u. sich st. sie; **414,** 15 o. war st. waren, 2 u. könne st. können; **415,** 3 o. erfüllt st. erfüllt war; **416,** 3 o. müssen st. müsse; **417,** 15 o. Erwärmung st. Erwägung; **427,** 13 o. forschende st. herrschende; **429,** 9 o. nach ursprünglich st. nach als ursprünglich, 12 u. Schwere st. Schweren, 8 u. über dem st. über den; **431,** 5 u. einer anderen st. eine andere; **437,** 9 u. die Substanz st. der Substanz; **444,** 10 o. sich bewegt st. bewegt; **446,** 12 o. die Körper st. ein Körper; **448,** 12 o. der Anziehung st. die Anziehung."

Von dem Hartenstein'schen Text unterscheidet sich der vorliegende Neudruck durch eine Reihe, freilich meist unbeträchtlicher Veränderungen. Bei einer genauen Vergleichung der Vordrucke mit dem Hartenstein'schen Texte einerseits, dem Originaltexte von 1786 andererseits — um welche Vergleichung sich von den Hörern des Collegs ganz besonders die Herren Dr. KARL NEISSER und OTTO NEISSER durch wiederholte vollständige Durchsicht der Drucke verdient gemacht haben — glaubten wir schliesslich folgende beiden Arten a) und b) von Veränderungen vornehmen zu sollen:

a) Abweichungen von Hartenstein (H.), übereinstimmend mit (K.) 1786.

S. 3, Text, Z. 6 v. u.: der rationalen (bei Hartenstein: rationalen);
S. 6, Z. 15 v. o.: aus ihren blossen Begriffen (bei H.: aus blossen Begriffen);

S. 9, Z. 1 v. o.: wo metaphysische und mathematische Konstruktionen (bei H.: wo mathematische Konstruktionen);
S. 11, Anmerkung, Z. 15 v. o.: äusserer oder des inneren Sinnes (bei H.: des äusseren oder des inneren Sinnes);
S. 12, Z. 10 v. o.: das (bei H.: dass);
S. 16, Z. 20 v. u.: erweiterteren (bei H.: erweiterten);
S. 16, Z. 3 v. u.: der absolute Raum ist also an sich nichts (bei H. der absolute Raum ist an sich nichts);
S. 19, Z. 5 v. u.: Betrachtung (bei H.: Betracht);
S. 21, Z. 11 v. o.: so, dass ein Körper (bei H.: dass ein Körper);
S. 27, Z. 6 v. o.: welches das ist, was verlangt wurde (bei H.: . . . das ist, was ist, was verlangt wurde);
S. 28, Z. 6 v. o.: und zwar in einem und demselben Raum (bei H.: . . in demselben Raume);
S. 28, Z. 10 v. u.: FC (bei H.: FG);
S. 29, Anmerkung 1, Z. 8 v. o.: als (bei H.: also);
S. 35, Erklärung 2, 1 u. 2 v. u.: erstere und letztere (bei H.: ersteren und letzteren);
S. 38, Anmerkung, Z. 5 v. u.: nach allen Seiten hin ausgeübt (bei H.: nach allen Seiten ausgeübt);
S. 42, Z. 23 v. o.: dennoch (bei H.: noch);
S. 43, Z. 12 v. o.: auch in den . . . . Fragen, herauszufinden (bei H.: auch in den . . . . Fragen sich herauszufinden);
S. 46, Z. 7 v. u.: in umgekehrtem (bei H.: im umgekehrten);
S. 47, Z. 15 v. u.: erfüllt (bei H.: erfüllte);
S. 53, Z. 17 v. o.: abstrahirte (bei H.: abstrahirt);
S. 54, Z. 4 v. u.: Grad (bei H.: Grund);
S. 59, Z. 5 v. u.: der einander unmittelbar (bei H.: der unmittelbar)
S. 64, Z. 18 v. u.: wenn man sich nicht . . . (bei H.: wenn man sie nicht)
S. 68, Z. 21 v. o.: seien (bei H.: sind);
S. 70, Z. 2 v. o.: vollkommene (bei H.: vollkommen);
S. 73, Z. 8 v. o.: die (bei H.: diese);
S. 78, Z. 16 v. o.: mechanisch (bei H.: mechanische);
S. 85, Z. 14 v. o.: zusammt dem relativen Raume, worin . . . . (bei H. zusammt dem relativen, worin . . . .);
S. 88, Text Z. 1 v. u.: derselben (bei H.: der);
S. 94, Z. 5 v. o.: Bewegung (bei H.: Bewegungen);
S. 96, Z. 4 v. u.: vorangesetzt (bei H.: vorausgesetzt);
S. 98, Z. 23 v. o.: in Verhältniss (bei H.: im Verhältniss);
S. 99, Anm., Z. 3 v. u.: Bestimmung (bei H.: Bestimmungen);

S. 101, Text, Z. 3 v. u.: Es ist also auch ... (bei H.: Es ist auch ...);
S. 102, Z. 8 v. u.: worin dem Eindringen . . . (bei H.: worin in dem Eindringen . . .)
S. 103, Z. 8 v. o.: dass er aber unmöglich sei . . . (bei H.: dass es aber unmöglich . . .);
S. 103, Z. 16 v. u.: erfüllt erhalten (bei H.: erfüllt haben);
S. 103, Z. 14 v. u.: aus ebendenselben Gründen (bei H.: aus ebendemselben Grunde);
S. 103, Z. 1 v. u.: können (bei H.: könne).

Ueberdies wurde bei der Wahl der stark wechselnden Typen die Ausgabe 1786 zum Vorbild genommen.

b) Abweichungen von Hartenstein, zugleich Abweichungen von (K.) 1786:

S. 17, Anmerkung 1, Z. 4 v. o.: konnte (bei Kant und Hartenstein: könnte);
S. 23, Z. 1 v. o.: Grundsatz (bei K. u. H. Grundsatz 1.*)
S. 26, Z. 1 v. o.: Lehrsatz (bei K. u. H. Lehrsatz 1.*)
S. 61, Z. 13 v. o.: **Reelle****) (bei K. u. H.: Reelle);
S. 66, Z. 1 v. o.: in den verschiedenen Grad (bei K. u. H.: in dem verschiedenen Grade);
S. 74, Z. 14 v. u.: bestreiten (bei K. u. H.: streiten);
S. 100, Z. 7 v. u.: von Westen nach Osten ***) (bei K. u. H.: von Osten nach Westen).

Ueberdies wurden durchgehends die Declinations- und Conjugationsformen den gegenwärtig allein noch üblichen angenähert [z. B. alle formalen (statt formale), zwischen zwei(en) u. dgl.]. — Ferner wurde überall dieReihenfolge von Komma und Parenthese umgekehrt, z. B.:

statt bei Kant S. 1: . . muss, (der mithin . . ist) heisst . . .
jetzt S. 15: . . muss (der mithin . . ist), heisst . . .

*) Es folgt kein Grundsatz 2, bezw. Lehrsatz 2 innerhalb des Hauptstückes.

**) Bei K. und H. sind nur „negativ" und „Einschränkung" fett gedruckt; der Zweck des „Allgemeinen Zusatzes der Dynamik" ist aber, auch das „Reelle" in den gleichen Rang mit jenen beiden hervorgehobenen Terminis zu stellen — weil sie ja den Kategorieen „Realität, Negation, Limitation" entsprechen sollen.

***) STADLER (Kants Theorie der Materie, S. 266, Anm. 95) glaubt umgekehrt: „Hier hat der Text auf p. 457 [bei Hartenstein] letzte Zeile den offenbaren Druckfehler von West nach Ost. Die folgende Seite bringt das Richtige . . . . SCHWAB nimmt den Druckfehler für Ernst . . u. s. f." — STADLER's Vorschlag aber widerspräche den bekannten Thatsachen des von NEWTON vorausgesagten, von KANT acceptirten und erst 1802 von BENZENBERG wirklich ausgeführten Versuches. — Nachträglich bemerke ich erst, dass auch KEFERSTEIN (s. u.) den „Druckfehler" nicht wie STADLER, sondern wie es oben im Neudrucke geschehen ist, berichtigt wissen will.

Einige noch unwesentlichere Abweichungen theils der vorliegenden Ausgabe von H. u. K., theils der H. von K. dürfen füglich unerwähnt bleiben, zumal den strengsten philologischen Ansprüchen ohnedies bald durch die in Vorbereitung stehende grosse Berliner Kant-Ausgabe Genüge geschehen wird.

Man kann an das Studium der Schrift KANT's von zwei Seiten herantreten: von der physikalischen und von der philosophischen. Vom Standpunkte der Philosophie wie von dem der Geschichte der Philosophie und der Philosophen werden die Metaphysischen Anfangsgründe wie jedes Werk KANT's immer mit Interesse angesehen werden und bleiben. Da aber der Stoff, auf welchen hier KANT die Methode seiner Transcendentalphilosophie anwendet, ein specifisch physikalischer, genauer: der der theoretischen Mechanik, ist und also gerade diejenigen Probleme betrifft, welche auch jetzt wieder mehr als seit langer Zeit einen Gegenstand des Nachdenkens der hervorragendsten Naturforscher bilden, so ist es wahrscheinlich und wünschenswert, dass man in den Discussionen über die Begriffe der Kraft, der Materie, der Masse, der Trägheit, des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung u. dgl. m. immer wieder auch von naturwissenschaftlicher Seite zu der Schrift KANT's greife. Insbesondere Studirende und künftige Lehrer der Physik, welche während der Zeit ihres Eindringens in die Methoden und sachlichen Ergebnisse der gegenwärtigen Forschung auch auf ihre formale Schulung im Nachdenken über die erkenntnisstheoretischen Principien dieser Wissenschaft Wert legen, werden sich die nicht selten harte Arbeit, welche das Studium der Schrift KANT's kostet, nicht ersparen wollen.

Ich hatte ursprünglich beabsichtigt, dem Neudruck der „Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft", sei es als Anhang, sei es in einem besonderen Hefte, fortlaufende „Erläuterungen und Zusätze" folgen zu lassen. Ihr Zweck wäre nicht der eines Commentares zu dieser Schrift gewesen, wie deren schon mehrere vorliegen, so der alte von BENDAVID und der sehr ausführliche und sorgfältige von STADLER *), welcher unter dem Titel „*Kant's Theorie der Materie*" (Leipzig, Hirzel, 1883)

---

*) Nach STADLER's Schrift erschien das Programm von D. HANS KEFERSTEIN: „Die philosophischen Grundlagen der Physik nach KANT's ‚Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft' und dem Manuscript ‚Uebergang von den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik'." Hamburg 1892. — In STADLER's und KEFERSTEIN's Monographien findet man auch die weitere Litteratur über KANT's vorliegende Schrift.

„versucht, die Grundgedanken von Kant's M. A. d. N. so zu ordnen, dass die Schwierigkeiten sich auflösen, soweit sie überhaupt auflösbar sind". Einer eigentlich commentatorischen Beschäftigung mit dieser Schrift KANT's dürfte nach STADLER's Arbeit höchstens eine Nachlese erübrigen. Dasjenige besondere Interesse dagegen, welches auch ich (ohne auch nur annähernd so überzeugt zu sein wie STADLER, dass KANT in allen wesentlichen Dingen am Ende doch Recht behalten müsse) KANT's physikalisch-philosophischem Hauptwerke immer noch zugewendet sehen möchte, wäre nicht das des Historikers oder Philologen, sondern ganz einfach das des Physikers, der sich bei der gegenwärtigen Neugestaltung der Principien der Mechanik gelegentlich auch einmal der Anregung durch einen Philosophen vom Fach nicht überheben will. Mit Verwunderung wird ein solcher Leser inne werden, dass die von KANT berührten Probleme während des zu Ende gehenden Jahrhunderts reichster Entfaltung der physikalischen Mechanik nach der Höhe und Weite dennoch in ihren principiellen Fundierungen an Festigkeit und namentlich an Unbestrittenheit eher verloren als gewonnen haben. Eine fortlaufende Vergleichung der KANT'schen Schrift z. B. mit MAXWELL's *Matter and motion* weist einen Parallelismus der Auswahl und zum Theil sogar der Anordnung der in beiden Schriften behandelten Grundbegriffe und Grundsätze der Mechanik auf, welcher — da er gewiss nicht auf einer Beeinflussung des englischen Physikers durch den deutschen Philosophen beruht — immerhin Zeugniss ablegt für die auch von diesem Philosophen nicht willkürlich getroffene Auswahl der am stärksten problematischen Grundlagen der wissenschaftlichen Mechanik. Selbst wo sich die Ergebnisse beider Schriften von ähnlichen Mängeln behaftet zeigen, wie in ihrer beinahe gemeinschaftlichen und schwerlich widerspruchslos zu nennenden Stellungnahme zum Problem der absoluten Bewegung, liegt hierin ein Zeugniss für natürliche Schwierigkeiten des Gegenstandes und — was natürlich fruchtbarer ist, als jene Widersprüche bloss aufzustöbern — eine Aufforderung, neuerlich ihre Auflösung zu versuchen.

Die von mir anfänglich beabsichtigten „Erläuterungen und Zusätze" hätten also sich wesentlich die Aufgabe gestellt, überall in der KANT'schen Schrift die Ansatzpunkte aufzuzeigen, an welchen sich ein von rein sachlichem Interesse an dem gegenwärtigen Stande jener physikalisch-erkenntnisstheoretischen Probleme und von Hoffnung auf ihre künftige befriedigendere Lösung erfüllter Forscher oder Studierender durch die ausschliesslich diesen Problemen gewidmete Specialschrift KANT's aufgefordert fühlen sollte, den damaligen Problemstellungen in ihre gegenwärtig nur noch reicher und feiner gewordenen Verzweigungen nachzugehen. — Auf diese Weise aber haben sich durch Berücksichtigung der neueren und neuesten

Litteratur jene Erläuterungen und Zusätze zu einem Umfange ausgewachsen, der allein schon ihre Veröffentlichung als Anhang oder als Anhängsel zu KANT's Schrift unziemlich hätte erscheinen lassen. Die Zahl jener Ansatzstellen innerhalb der KANT'schen Schrift belief sich nämlich alsbald, wenn wirklich jedes Wort und Wörtchen, auf das es bei einer einwurfsfreien Problemstellung und Problemlösung ankommen kann, Beachtung finden sollte, auf einige Hundert.

Statt einer solchen durchgängigen Anleitung zur intensiven Ausnützung der vom Philosophen gegebenen Anregungen, wie sie wohl besser der mündlichen Unterweisung vorbehalten bleibt, gebe ich im folgenden nur Beispiele und Stichproben dafür, wie ich mir denke, dass „der selige Kant" (so nannte ihn jüngst ein ungläubiger physikalischer Freund) uns auch heute noch auf ungedeckte Bedürfnisse nach unanfechtbaren Grundlagen unseres Denkens über Mechanik aufmerksam machen kann. Mag die folgende Auswahl solcher Fragen und gelegentlicher Andeutungen zu ihrer Beantwortung, so wenig sie das letzte Wort in Sachen des jeweilig strittigen Problemes zu sein sich anmasst, doch neben den augenblicklich beliebtesten Lösungsversuchen in Erwägung gezogen werden und zu „unzeitgemässen Betrachtungen" über Kraft, Masse, Trägheit, absolute Bewegung u. dgl. auffordern. Als „Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik" bieten sie auch aus der einschlägigen reichen Litteratur nur eine knappe Auswahl.

Inwieweit diese „Studien" nicht nur Andere anregen möchten, sondern zugleich einem innerlich geschlossenen Systeme von Ueberzeugungen ihres Verfassers angehören, werden sie günstigstenfalls dem geneigten Leser insoweit verrathen, als eine aphoristische Darstellung dies überhaupt für sich beanspruchen kann. Sollten jene Überzeugungen eine erschöpfendere systematische Darstellung verdienen, so wünschte ich sie in derjenigen Stoffabgrenzung zu geben, von welcher S. 31 Anm. die Rede ist. Jedenfalls musste für die Reihenfolge der vorläufig zu bietenden Aphorismen an dieser Stelle ausschliesslich die Reihenfolge ihrer Gegenstände in KANT's Schrift massgebend sein.

Wien, 31. December 1899.

Alois Höfler.

Zur Vorrede.

(S. 3—14.)

Der leitende Gedanke der Vorrede ist die Charakterisirung der Rolle, welche dem apriorischen Erkennen innerhalb des gesammten Naturerkennens zukommt. Die Sätze „**Alle eigentliche Naturwissenschaft bedarf einen reinen Theil, auf dem sich die apodiktische Gewissheit, die die Vernunft in ihr sucht, gründen könne**“ (S. 5) — — und: „**Eigentlich so zu nennende Naturwissenschaft setzt Metaphysik der Natur voraus**“ *) (S. 5) — — dürften freilich gegenwärtig Vielen anstössig klingen, weil ihnen schon die blossen Wörter „Metaphysik“ und „*a priori*“ anstössig sind.

Die erkenntnisstheoretische Vorfrage, an deren Beantwortung sich die historische Frage nach dem sachlichen Werth oder Unwerth speciell von KANT's Glauben an apriorische Erkenntnisse überhaupt und an apriorische Erkenntnisse innerhalb der Naturwissenschaft insbesondere messen muss, lautet: Giebt es überhaupt apriorische Erkenntnisse?

---

*) Dieser Satz war sozusagen wörtlich genommen in der grossen Allgemeinen Encyklopädie der Physik von Karsten, in der u. a. HELMHOLTZ's Physiologische Optik erschienen ist, und deren erster Band eine Naturphilosophie von HARMS aller späteren „eigentlich so zu nennenden Naturwissenschaft“ buchstäblich „voraussetzte.“ — Ich kann hier nur versichern, dass ich zu Denjenigen gehöre, welche an das hier äusserlich bekundete Verhältniss von Naturphilosophie und Naturwissenschaft nicht glauben. — Dass aber gerade dieses Verhältniss von Apriori und Empirie, wie es die nachkantische „Naturphilosophie“ unseligen Andenkens zum heute noch nicht verwundenen Aergernis aller wirklichen Naturforschung einzurichten versucht hat, auch KANT selbst nicht gewollt (wenn auch vielleicht, wie die ganze SCHELLING-HEGEL'sche Wendung der deutschen Philosophie, mitverschuldet) hat — das sagt er uns in dem lapidaren Satze an der Spitze der „Kritik der reinen Vernunft“: „**Wenn .. gleich alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anhebt, so entspringt sie darum doch nicht eben alle aus der Erfahrung.**“ An diesem Satze gemessen werden die oben aus der Vorrede zu den M. A. d. N. angeführten Sätze jeden unbeabsichtigten, vermeintlich erfahrungsfeindlichen Nebensinn abstreifen.

Eine Vorfrage dieser Vorfrage muss natürlich die sein: Was heisst *a priori*? Die Antwort kann in zweierlei Sinn verlangt sein. Es läge nahe, als Antwort die KANT'sche Definition — vielmehr die KANT'schen Definitionen, denn leider hat er deren mehr als eine gegeben — hier wiederzugeben. Doch besteht hiernach gewiss kein Bedürfniss mehr, seit in VAIHINGER's Commentar, Bd. I, S. 165—197 unter dem Titel „Die Erkenntniss a priori" eine überaus reichhaltige Uebersicht solcher Art gegeben worden ist; wozu noch S. 197—229 „Thatsächlicher Besitz apriorischer Erkenntniss" weiteres Material bieten. Vgl. auch Bd. II, S. 89—101.)

Es muss aber noch eine zweite Art, auf die Frage: „Was heisst *a priori?*" zu antworten, zulässig sein: nämlich unseren „thatsächlichen Besitz" an Erkenntnissen neuerdings mit eigenen Augen, nicht von vornherein mit den Augen KANTS, daraufhin anzusehen, wie der Begriff des Apriori bestimmt werden kann und muss, damit er einer in unserer Erkenntnispraxis thatsächlich und unleugbar sich aufdrängenden Eigenthümlichkeit ganz bestimmter Erkenntnissgebilde im Gegensatz zu anderen, „den Erfahrungen" (aposteriorischen Erkenntnissen nach KANT) einen adäquaten theoretischen Ausdruck gebe. Was nach solcher Methode, die nicht schon in den Ausgangspunkten, wohl aber in dem Wesentlichen der Ergebnisse mit KANT zusammentrifft, über jenen Gegensatz zu sagen ist, habe ich möglichst knapp in meiner Logik*) § 55 auseinandergesetzt. Es genüge hier an das Beispiel und Gegenbeispiel zu erinnern: Ein Kind hat durch Probieren gefunden, dass sich um eine Münze nicht mehr und nicht weniger als sechs gleiche bei gegenseitiger Berührung je dreier herumlegen lassen; und: der Geometer beweist das *a priori* aus der *per definitionem* vorausgesetzten Gleichheit der Radien seiner Kreise.

Zur Rechtfertigung, warum ich gerade die dort gegebene Definition des Apriori gegenüber unzähligen anderen bevorzugt habe, kann ich nur anführen, dass die jener Definition zu Grunde liegenden Bestimmungen in ihren Uebereinstimmungen mit, sowie ihren Abweichungen von den einschlägigen KANT'schen sich mir durch nun schon geraume Zeit ausnahmslos bewährt haben. Es sind die Bestimmungen, welche MEINONG, Hume-Studien II. Zur Relationstheorie (Sitzungsberichte der phil. hist. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien CI. Bd., 1882, S. 732 ff., S. 162 ff. der Sonderausgabe) als

*) Logik. Unter Mitwirkung von MEINONG verfasst von HÖFLER. Leipzig und Prag, 1890. Grössere Ausgabe (247 SS.).

eines der erkenntnistheoretischen Erträgnisse seiner Relationstheorie so formuliert:

„Erscheint eine Relation in uns erkennbarer Weise durch uns bekannte Fundamente bestimmt, so ist klar, dass zur Erkenntnis vom Bestehen der Relation zwischen den betreffenden Inhalten nichts gegeben zu sein braucht, ausser diesen Fundamenten selbst, und dass die Erfahrung zu solcher Erkenntnis nichts Wesentliches beitragen kann. Denn mögen die Fundamente nebeneinander auftreten oder nicht, mögen sie oft oder selten oder gar nie in der Erfahrung vorkommen, so kann dies zwar eine Betrachtung der Fundamente mit Rücksicht auf jene Relation erleichtern oder erschweren, aber die Erkenntnis der letzteren wird niemals aus dem empirischen Auftreten, sondern nur aus der Natur der Inhalte geschöpft sein, welche, wenn nur klar und bestimmt vorgestellt, schon zum ersten Male genau so viel geben, als wenn sie zum zehnten oder hundertsten Male im Bewusstsein angetroffen werden. Leisten dagegen die Vorstellungsobjecte als solche für die Behauptung einer Relation nichts oder nicht Alles, so kann das blosse Vorstellen von zwei Inhalten niemals eine solche Behauptung veranlassen; tritt sie gleichwohl ein, so muss sie ihren Grund in der Erfahrung haben, — so wird Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge gewisser Empfindungen dazu führen können, zwischen den durch sie repräsentirten Dingen Causalität zu statuiren u. dgl. ... Mit einem Worte: der von Hume betonte erkenntnistheoretische Unterschied besteht auch, wenn die Zweitheilung in der oben [S. 158] gekennzeichneten Weise modificirt ist, ja er erhält nun erst seine eigentliche Begründung. Relationen der erstbetrachteten Gruppe erkennt man, unabhängig von der Erfahrung, aus blossen Vorstellungen, — a priori; Relationen der zweiten Gruppe dagegen nur auf Grund empirischer Daten, a posteriori. Man hat sich gewöhnt, den Gegensatz zu empirisch mit dem Worte rein zu bezeichnen; es wäre daher nicht unpassend, den so tief gehenden Unterschied zwischen den zwei Gruppen durch die Ausdrücke reine und empirische Relationen kenntlich zu machen. Nach den obigen Ausführungen mag es ziemlich überflüssig erscheinen, wenn ich noch ausdrücklich hervorhebe, dass sich der Terminus „rein" hier auf die Relationen und nicht auf die Fundamente bezieht, aber es ist ein von empiristischer Seite erstaunlich oft begangenes Missverständnis, zu meinen, dass, wer apriorische, von Erfahrung unabhängige Urtheile anerkenne, damit ebenso geartete Vorstellungen voraussetze. Kant mag, indem er das Anwendungsgebiet des Terminus a priori auch auf Vorstellungen aus-

dehnte, diesen Irrthum vorbereitet haben; dass er ihn selbst nicht geteilt hat, beweist der einfache Umstand, dass er die analytischen Urtheile apriorisch nennt, obwohl er nicht verkennt, dass ihr Inhalt in der Regel empirisch sein wird. — Dass übrigens die hier vorgeschlagene Anwendung des Wortes „rein" gerade in der eben berührten Angelegenheit nicht mit der KANT'schen zusammentrifft, ist nach dem Gesagten selbstverständlich."

Ich denke, auch der überzeugteste Empirist müsste sich mit diesen Bestimmungen MEINONGS befreunden können. Ein Beispiel zu dem, was MEINONG apriorisches Urteil nennt, ist das Relationsurteil: „Blau ist von Grün verschieden." Niemand*) zweifelt daran, dass

*) „Niemand" — ich muss das der Vollständigkeit wegen hinzufügen — ist heute in der That eigentlich schon wieder zu viel gesagt. Einer der Hörer des eingangs erwähnten Collegs, ein überzeugter Anhänger der Vererbungstheorie, hat rundweg geleugnet, dass es korrekte Gründe für die Meinung gebe, es seien nicht auch z. B. die Farbenvorstellungen vererbbar, und zwar so, dass das Kind nicht etwa nur die Fähigkeit, die Disposition, die specifische Energie für Grün- und Blausehen mit auf die Welt bringe, sondern geradezu die actuellen Vorstellungen von diesen oder anderen Farben oder irgendwelchen anderen Sinnesempfindungen. — *Tempora mutantur*: Was würde JOHN LOCKE zu diesem Wiedererstehen der „angeborenen Ideen" gesagt haben? Wie fliessen hier die Grenzen eines über LOCKE zu DARWIN gesteigerten Empirismus, und eines LOCKE's Angriffsziel, die angeborenen Ideen DESCARTES' und seiner Schule noch weit überholenden Platonismus in einander, — die Annahme einer ausserindividuellen „Erinnerung" nicht nur an apriorische Erkenntnisse (kraft welcher „Erinnerung" z. B. dem Sklaven die Irrationalität der $\sqrt{2}$ nach Sokratischer Methode abgefragt wird), sondern an die allermaterialsten „Materien", an „gemeine Sinnesempfindungen"! — Vielleicht wollen nicht eben viele Vererbungstheoretiker die „Idee" (im Sinne LOCKE's) von Blau und Grün für auch nur möglicherweise „angeboren" halten. Um aber der kürzlich geäusserten Meinung zu begegnen, als sei jenes Eintreten für „angeborene Ideen" nur ein momentaner, vereinzelter Einfall gewesen, berichte ich weiter, dass dieselbe Möglichkeit schon vor Jahren von einem unserer angesehensten Physiologen gegen mich — damals zu meiner grossen Ueberraschung — geäussert worden ist. Vollends jene Vererbung von „Instincten", gegen die sich noch MEYNERT in so häufig geradezu leidenschaftlicher Weise erklärt hat, rührt kaum minder bedenklich nahe an ein völliges Aufgeben der empirischen Grundlagen, welche durch LOCKE der Psychologie und Erkenntnistheorie für immer gewonnen schienen.

Indem ich oben „Grün" und „Blau" als gewiss nicht apriorische Vorstellungen anführte, glaubte ich trotz Vererbungstheorie jenes „gewiss" nicht abschwächen zu sollen. Beständen unsere Vererbungstheoretiker auf jener Möglichkeit, so würden sie vielleicht doch selbst zugeben, dass uns wenigstens die Vorstellung von einem Känguruh, von einer Locomotive und einigem anderen nicht angeboren seien; dazu ist doch wenigstens unseren Ahnen und uns Australien zu fern und das Jahr 1829 der Erfindung der Locomotive noch zu nahe. — Alles in allem aber mögen Anhänger wie Gegner des Empirismus in der That schon aus dem im eigenen Lager

die Vorstellungen von Blau und Grün nicht *a priori*, dass sie vielmehr ganz und in jedem Sinne nur aus der Erfahrung seien. Und doch kann ich über diese aposteriorischen Vorstellungen apriorische Urteile fällen und thue dies jeden Augenblick.

Es wurde gegen die erkenntnistheoretische Fruchtbarkeit der Annahme einer Classe von Urteilen als apriorischer, deren Repräsentant das Urteil: „Blau ist nicht grün" sein soll, eingewendet dass wir es hiermit nicht über Trivialitäten hinausbringen. Demgegenüber ist nur daran zu erinnern, dass auch alle mathematischen*) Urteile unter die MEINONG'sche Analyse fallen. Wie KANT die Mathematik den „formidablen Bundesgenossen" seines Apriorismus genannt hat, so ist zum mindesten die ganze Mathematik auch ein Zeuge für die relationstheoretische Deutung des in einem freilich wesentlich anderen, bei weitem engeren als dem KANT'schen Sinn genommenem Apriori. —

Zusammenfassend also glaube ich meine eigene Stellung zum

---

des letzteren auftauchenden Zweifel an der in jedem Sinne empirischen Provenienz von Empfindungsinhalten die Lehre ziehen, dass es mit einem blossen Schlagworte „Empirie" überhaupt nicht gethan ist, und dass der empirische „Standpunkt" für sich allein viel genauere Distinktionen sicherlich nicht überflüssig macht. Vielleicht ist in diesem Sinne die Erinnerung an folgende Worte MEINONG's (a. a. O. S. 172 [442]) auch heute noch nicht gegenstandslos: „Wie käme man dazu, vom Empiristen zu verlangen, dass er in Allem und Jedem Empirist sei, — oder vom Rationalisten, dass er nie und nimmer nach der Erfahrung frage? Empiristen oder Rationalisten dieser Art hat es zum Glück weder diesseits noch jenseits des Canals je gegeben; dagegen gab und giebt es leider hüben und drüben Manche, welche für die eine oder andere Seite grosse Vorliebe haben, und die Folgen davon wären leicht zu errathen, wenn man sie nicht täglich vor Augen sähe. Es gibt Empiristen, die vor dem Worte Apriori ein Kreuz schlagen oder aus Mitleid mit der intellectuellen Zurückgebliebenheit des Widerparts gar nicht dazu kommen, zu verstehen, was dieser eigentlich will; — und es gibt Aprioristen, welche jeden, der gegen das Apriori in irgend einer Gestalt eine Einwendung wagt, sofort im Verdachte haben, als wolle er ihnen ihre höchsten Güter rauben, und die es daher für ihre Pflicht halten, dem Gegner, ganz abgesehen von der natürlich selbstverständlichen Präsumption der Oberflächlichkeit, auch noch einige ethische Geringschätzung entgegenzubringen. Zu welchem Ziele Controversen von solchen Standpunkten aus führen müssen, braucht nicht erst besonders betont zu werden."

*) — und zwar nicht mehr und nicht weniger, als z. B. auch die „formal logischen" Urteile. Dass „Ja" und „Nein" im Verhältnisse des Widerspruches stehen, weiss ich apriori, nachdem ich, was „Ja" und „Nein" (bejahendes und verneinendes Urteil über denselben Gegenstand) sei, aposteriori aus „Erfahrung", nämlich „innerer", kennen gelernt habe.

Begriff des Apriori und seiner erkenntnistheoretischen Geltung nach jeder Richtung unzweideutig festgestellt zu haben, wenn ich sage:

A priori sind nur Urteile (nicht Vorstellungen), und zwar nur Relations-Urteile (nicht alle, sondern nur diejenigen), in welchen die Vorstellungen von den Gliedern der Relation die nothwendige und ausreichende logische Bedingung für die logische Evidenz des Relationsurteils darstellen.

Noch eines Einwandes gegen diese Abgrenzung sei aber hier gedacht, und zwar eines so tief gehenden, dass er das soeben gewonnene Ergebnis, namentlich seine negative Seite, nach welcher es keine Vorstellungen *a priori* giebt, zu vernichten droht. Der Einwand lautet: Wenn schon das Vergleichungsurteil „Grün ist nicht Blau", d. h. „Grün ist von Blau verschieden", *a priori* sein soll, musste nicht diesem und jedem anderen Verschiedenheits-, bezw. Gleichheits-Urteile eine Vorstellung von Verschiedenheit bezw. Gleichheit selbst vorhergehen? Und müssen nicht diese Vergleichungs-Vorstellungen doch *a priori* sein, wenn die Vergleichungsurtheile *a priori* sein sollen? — Wieder genüge es, auf die Ansatzpunkte zur Beseitigung dieses Einwurfes hinzuweisen: Einer der ältesten dürfte wohl jene berühmte Stelle an der Spitze des zweiten Buches von Locke's Versuch über den menschlichen Verstand sein, wo Locke mit aller Kraft hervorhebt, dass die „*operations*" unseres Geistes zuerst dasein müssen, ehe wir durch „*reflection*" auf diese *operations* die *ideas of reflection*, die Vorstellungen von psychischen Gegenständen erhalten können. Jeder, dem der Gedanke zu schaffen macht, ob nicht der Begriff der Gleichheit und mancher andere mit ihm Anspruch habe, ein „Begriff *apriori*" genannt zu werden, muss die Arbeit auf sich nehmen, mit jenen Positionen Locke's und — um sogleich wieder auf die neueste Phase dieses Complexes von Streitfragen einen Blick zu werfen: mit dem gegenwärtig so beliebten Angriffe gegen eine Unterscheidung von Bewusstseins-Acten (Locke's *operations*) und Bewusstseins-Inhalten und -Gegenständen sich auseinanderzusetzen.

Um aber insbesondere auch der Beziehungen zu gedenken, welche diese psychologisch-erkenntnistheoretischen Streitfragen zum Kant'schen Gedankenkreis besitzen, so braucht nur daran erinnert zu werden, wie nahe jene angeblich oder wirklich „apriorischen Vor-

stellungen“ von Gleichheit, Verschiedenheit, Nothwendigkeit u. dgl. m. den KANT'schen „Kategorien“ stehen. — Auch hierüber einige Worte — schon weil die Kategorien ebenso wie die Grundlage, so auch die *pièce de résistance* der Vorrede zu den „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft,“ ja, wenigstens nach KANTS Intentionen, der ganzen Schrift selbst darstellen. Um in letzterer Hinsicht von vornherein keinen Zweifel über die Haltung des vorliegenden Nachwortes zu dieser Lieblingsmeinung KANTS in Sachen der apriorischen Naturwissenschaft aufkommen zu lassen, lege ich hier das aufrichtige Geständnis ab, dass ich nicht ohne ein Lächeln der Bewunderung jene Stellen S. 32, 61, 90, 97 lesen und wieder lesen kann, in denen KANT seine viermal drei Kategorien im Denken des Physikers verwirklicht findet. Aber mögen es mir KANTS Getreuen verzeihen, — es ist eben doch nur das Lächeln der Bewunderung, wie es uns ein geschickter Taschenspieler abnöthigt. Man wundert sich, wie hübsch es klappt, aber denkt nicht im entferntesten daran, an den Zauber zu glauben.

Doch zur Sache: Gleichheit, Verschiedenheit, Nothwendigkeit sind Relationen; auch Kausalität, insofern ihr Begriff den der Nothwendigkeit zum Kern hat. Sind also KANT's Kategorien überhaupt Relationen? Oder sind wohl gar alle Relationen das, was nach Kant die Kategorien sein sollen? Historisch genommen gewiss nicht. Denn „Relation“ ist ja nur der Titel eines, des dritten, von den vier Feldern der KANT'schen Kategorientafel. Aber vielleicht haben wir hier von historischen Zufälligkeiten und Mängeln untergeordneter Art abzusehen, und wenigstens grundsätzlich ist das, was KANT mit dem Begriff der Kategorie wollte, nichts anderes als die Relation mit ihren Gattungen und Arten? Wenn ja, so wäre dieser Lösungsversuch als Rettung des KANT'schen Kategorien-Unternehmens sicherlich nicht zu verachten. Denn mag auch der empiristische Naturforscher in seinen Gedankenbildungen sich noch so wenig über das hinauswagen, was ihm durch die physischen Phänomene vorgezeichnet ist, so wird er den Begriff der „Relation“ als solchen doch nicht leugnen wollen, geschweige können; denn wenn er ihn innerhalb seiner Facharbeit auch nicht theoretisch analysirt, so handhabt er ihn doch praktisch jeden Augenblick. Ist doch jede „Gleichung“ nichts als ein Urteil über das Bestehen einer Gleichheitsrelation.

Aber freilich — eine solche Berufung auf Relationen schlüge der thatsächlich vorliegenden Kategorientafel statt zum Heile zum

Unheil aus. Denn eben die Gleichheit — diese meist genannte aller Relationen*) — fehlt ja in der KANT'schen Tafel. Nur in ganz anderem Zusammenhange kommt KANT auf Einerleiheit, Verschiedenheit u. s. f. zu sprechen (1877 Kr. d. r. V., Ausgabe Kehrbach, S. 240 ff).

Es genüge, an diesem einen Beispiel gezeigt zu haben, wie wenig es historisch mit einem summarischen Hinweis von den Kategorien auf die Relationen gethan wäre. In rein sachlicher Hinsicht dagegen steht über die Frage, wie viel von den Grundintentionen KANTS in Sachen der Kategorien mittelst der Relationen zu retten wäre, ein letztes Wort gewiss nur der allgemeinen Relationstheorie als solcher zu. Die Kritik der reinen Vernunft selbst und ihr besonderer Ausbau auf dem Boden der Philosophie der Mechanik, wie ihn KANT in der vorliegenden Schrift versucht hat, ist auf jenen Lösungsversuch nicht eingegangen. Auch aller seither geführte Streit, wieweit einzelne Principien der Mechanik, z. B. das Trägheitsgesetz,

---

*) So legt MACH's programmatischer Vortrag (gehalten auf der Naturforscherversammlung zu Wien 1894, abgedruckt in den Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen von MACH) schon in seinem Titel „Über das Princip der Vergleichung in der Physik" Zeugnis ab für die Bedeutung der Vergleichungs-Relationen, nicht nur im apriorischen Denken des Mathematikers, sondern auch im empirischen des Physikers. — Es ist bemerkenswerth, dass wie nach der positiven Seite hin die Unumgänglichkeit der Vergleichungs-Relationen in jenem Vortrag betont wird, nach der negativen Seite für den Physiker als solchen, d. h. soweit er nicht bloss sich der logischen und der mathematischen Nothwendigkeiten bedient, das Denken in Nothwendigkeits-Relationen abgelehnt wird. — Gerade diese Nothwendigkeitsrelationen (das „Muss" sammt seinen logischen Verwandten des „Kann nicht", „Kann" und „Muss nicht") hatte MEINONG (a. a. O. S. 89 ff) den Vergleichungs-Relationen („Gleich", „Ähnlich", „Verschieden" u. s. f.) als die zweite der beiden Hauptclassen von Relationen unter dem allgemeinen Terminus der Verträglichkeitsrelationen coordiniert. Diese zwei Typen von Relationen sind es denn auch, auf welche sich neben unzähligen anderen logischen Anwendungen und Derivaten die beiden Leitbegriffe der Forschung, „Beschreibung" und „Erklärung", gründen. Und ein „Erklären", welches nicht im Grunde doch wieder nur ein Beschreiben wäre, zu leugnen, ist ja die negative Hauptabsicht jenes Vortrages, der von KIRCHHOFF's berühmtem Worte über das „Beschreiben, Nichterklären" ausgeht.

Nur eine von der Zukunft zu hoffende Theorie speciell der Nothwendigkeitsrelationen als solcher in ihren logischen, psychologischen, physikalischen und metaphysischen Verzweigungen kann der Gerichtshof sein, vor welchem die Streitigkeiten, die heute noch fast allgemein nur als Parteisache sich forterben, durch die Mittel objectiver Untersuchung zu schlichten sein werden. — Einige nähere Andeutungen über solche Grundbestimmungen aus der Theorie der Nothwendigkeits-Relationen, welche speciell für Ursach- und Kraft-Begriff constitutiv sind, vgl. unten S. 41 ff.

oder allgemeinere ontologische Principien, wie das des „(fehlenden) zureichenden Grundes“ oder wie man es jetzt lieber nennt: das der „Eindeutigkeit“, sozusagen für die Natur, nicht nur für unser Denken über die Natur, verbindlich sein mögen, braucht solange nicht in skeptischer Resignation zu enden, als die relationstheoretische Lösung nicht wenigstens versucht worden ist. Auf naturwissenschaftlicher Seite sollte ein solcher Versuch umsomehr auf sympathisches Gehört- und Geprüftwerden zählen dürfen, als die Aufdeckung von „Relativität“ in unserem Denken ja zu den geläufigsten Auskunftsmitteln angesichts so ziemlich aller erkenntnistheoretischen Probleme von altersher zählt. Und eines der berühmtesten Probleme, das der „Relativität der Bewegung“, ist es ja, in welches gerade auch die folgende Schrift Kants ausläuft.

Im folgenden zu den vier Hauptstücken der Schrift ebenfalls nur je einige richtunggebende Bemerkungen.

Zum Ersten Hauptstück: Phoronomie.

(S. 16—32.)

Das erste Hauptstück gliedert sich in zwei Reihen von Erörterungen, deren zweite mit der Erklärung 4 (S. 22), nämlich dem Begriff der „Zusammensetzung von Bewegungen“ beginnt. Nach der letzten Anmerkung des Hauptstückes (S. 31) soll Phoronomie sogar überhaupt von nichts anderem zu handeln haben, als von der Zusammensetzung der Bewegungen (und zwar nur der geradlinigen Bewegung, schon nicht mehr der krummlinigen). Hienach haben wir die Erörterungen von S. 15 bis zu jener Erklärung 4 (S. 22) nur als Vorbereitungen zum Hauptthema dieses ersten Hauptstückes zu betrachten. — Im Hinblick auf den reichen Inhalt des Abschnittes „Phoronomie“ oder „Kinematik“ *) in irgend einer grösseren modernen

*) Was den von KANT gewählten Namen „Phoronomie“ betrifft, so scheint er mir aus zwei Gründen ausdrucksvoller als der in gleichem Sinne gegenwärtig wohl noch häufiger gebrauchte Ausdruck „Kinematik“. Bei beiden Bezeichnungen, der KANT'schen und der modernen, handelt es sich ja darum, Bewegungen ohne Rücksicht auf die „Ursachen“ der Bewegung zu behandeln; also wirklich nur das „Sich-bewegen“ zu beschreiben, ohne jeden Gedanken an ein Einwirken eines „Bewegenden“ auf ein „Bewegtes“. Zur Bezeichnung dieser sozusagen intransitiv gefassten Bewegung eignet sich also das intransitive Zeitwort φέρομαι mehr als das transitive κινέω. — Gegen die Bezeichnung Kinematik spricht auch noch im besonderen, dass sie durch die nichtssagende Bildungssilbe μα nur in ganz äusserlicher, willkürlicher Weise von der Bezeichnung Kinetik sich unterscheidet; und doch sollen Kinematik und Kinetik den Gegensatz zwischen einer Behandlung der Mechanik ohne Eingehen und mit Eingehen auf die die Bewegung bedingenden Kräfte (und Energien) andeuten. Ich weiss nicht, ob es Erwägungen solcher Art sind, welche gegenwärtig die Bezeichnung „Phoronomie“ gegenüber der anderen Bezeichnung „Kinematik“ wenigstens wieder etwas mehr in Aufnahme bringen. Sollte KANT's Autorität zur weiteren Verbreitung der Bezeichnung „Phoronomie“ an Stelle von „Kinematik“ etwas beitragen können, so wäre dies im Interesse einer significanteren Terminologie nur zu begrüssen.

Darstellung der Mechanik möchte die ausgezeichnete, ja singuläre Rolle, die KANT gerade dem Begriffe der „Zusammensetzung geradliniger Bewegungen“ anweist, wie eine arge Einseitigkeit erscheinen. Doch lässt sich diese nach dem Plane der Untersuchung dadurch rechtfertigen, dass es sich um „Phoronomie, nicht als reine Bewegungslehre, sondern bloss als reine Grössenlehre der Bewegung“ (S. 31) handeln soll, wobei „Grössenlehre der Bewegung“ wieder die Untersuchung besagt, ob und wieso die Bewegung — oder, wie es S. 29 genauer heisst: die Geschwindigkeit — überhaupt als eine „Grösse“, und wenn ja, ob als extensive oder intensive Grösse vorzustellen sei. Nicht um Mechanik, sondern um Philosophie der Mechanik, d. h. erkenntnistheoretische Analyse und „Construction“ der diese Wissenschaft ausmachenden Gedanken, handelt es sich ja in diesem ersten Hauptstück, wie überhaupt in der ganzen Schrift; und die Einseitigkeit des von KANT seiner Phoronomie gestellten Problems im Vergleich zur Kinematik selbst ist geeignet, das Charakteristische der „transcendentalen“ Fragestellung gegenüber der physikalischen an einem einfachen und darum umso lehrreicheren Beispiele zu erläutern.

Was nun dieses „transcendentale“ Problem selbst betrifft, so interessirt es nicht nur den eingeschworenen Kantianer, sondern es berührt sich unmittelbar mit einer der noch immer actuellsten Fragen moderner Psychologie — dem auf den ersten Blick freilich ganz heterogen scheinenden Unternehmen von FECHNER's Psychophysik Diese merkwürdige Beziehung dürfte am raschesten erhellen aus KANT's Satz S. 29: „Es ist nicht für sich klar, dass eine gegebene Geschwindigkeit aus kleineren und eine Schnelligkeit aus Langsamkeiten ebenso bestehe wie ein Raum aus kleineren.“ — Nun war das Hauptangriffsobject im Psychophysik-Streite FECHNER's Begriff des „Empfindungs-Zuwachses“. Lässt sich zu einer Empfindungs-, z. B. Schall-Stärke eine andere als „Zuwachs“ hinzufügen, addiren? Lassen sich 2, 3, 4 . . 100 Piano addieren zu einem Forte? Besteht das Forte aus den 100 Piano? (Die Fragen wären müssig, wenn sie sich auf die Empfindungs-Reize bezögen. Es handelt sich aber um die Empfindungen selbst, genauer um ihre psychologischen Inhalte.) Alle diese Fragen sind häufig verneint worden, und der Kern der für die Verneinung vorgebrachten Gründe war, dass sich nur extensive, nicht intensive Grössen addiren lassen. Noch weiter geht die Auffassung, welche überhaupt nur dem Extensiven das Merkmal der Grösse zugesteht, so dass also

„intensive Grösse“ ein Widerspruch, „extensive Grösse“ ein Pleonasmus wäre.*)

Ich gestehe, dass mich der Kampf gegen die „intensiven Grössen“ von jeher sonderbar berührt hat. Ein Blick vom strittigen Gebiet, der Psychophysik, hinüber auf die unbestrittene Physik hätte genügt, erkennen zu lassen, dass ja die extensiven Grössen sogar in der Physik nicht die einzigen Grössen sind, ja dass sie gegenüber den „intensiven“ bei weitem die Minderheit bilden.**) Sicher ist ja doch, dass die Physik mit bestem Gewissen ebenso Maasszahlen für Beleuchtungsgrade, Stromintensitäten u. s. f. ansetzt, wie für Raum- und Zeitstrecken.

Was dabei die von Kant im besonderen erörterte Geschwindigkeit betrifft, so dürfte unschwer zugestanden werden, dass Geschwindigkeit, wenn auch nicht im eigentlichsten Sinne eine „intensive“, doch jedenfalls nicht einfach eine extensive Grösse sei. Nur wer die Geschwindigkeit willkürlich identificirt mit dem „Wege“, der in der Zeit 1 oder sonst irgendeiner zurückgelegt ist — oder aber wer die Geschwindigkeit verwechselt mit dem die Geschwindigkeit graphisch darstellenden Vector, könnte Kant widersprechen,

*) Zum Gegenstand der letzten weitest gehenden Behauptungen hat die Kritik der reinen Vernunft ablehnende Stellung genommen, indem Kant in den Anticipationen der Wahrnehmung den Begriff der intensiven Grösse einführt. Hier einige Hauptstellen: Kehrbach S. 162: „In allen Erscheinungen hat die Empfindung und das Reale, welches ihr an dem Gegenstand entspricht *(realitas phaenomenon)*, eine intensive Grösse, d. i. einen Grad.“ — Ib. S. 163: Es gebe „auch eine Synthesis der Grössenerzeugung einer Empfindung, von ihrem Anfange, der reinen Anschauung = O, an, bis zu einer beliebigen Grösse derselben.“ — Ib. S. 164: „Das Reale in der Erscheinung hat jederzeit eine Grösse.. vermittelst der blossen Empfindung in einem Augenblicke und nicht durch successive Synthesis vieler Empfindungen . .; es hat also zwar eine Grösse, aber keine extensive. — Nun nenne ich diejenige Grösse, die nur als Einheit apprehendirt wird, und in welcher die Vielheit nur durch Annäherung zur Negation = O vorgestellt werden kann, die intensive Grösse.“

**) Es mag hier ganz dahingestellt bleiben, ob „extensiv“ und „intensiv“ wirklich so reinliche Gegensätze darstellen, als man es beinahe überall — wohl stark durch die analogen Wortbildungen geleitet — für selbstverständlich zu halten scheint. Es würde auch einer näheren Untersuchung bedürfen, ob und inwieweit sich Intensität und Grad, wie Kant durch das „d. i.“ behauptet, begrifflich decken. — Den ganzen Complex principieller Fragen der psychologischen Grössenlehre behandelt bisher am eingehendsten Meinong, Ueber die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes. Beiträge zur Psychologie des Vergleichens und Messens. — Ztschr. f. Psych. v. Ebbinghaus und König, Bd. XI. Auch in Sonderausgabe (164 Seiten) bei Voss, Hamburg 1896.

wenn er die Addition der Strecken nicht schon als eine Addition der Geschwindigkeiten gelten lässt.

Ist KANT's Problem insoweit als berechtigt anerkannt, so gewinnt seine Lösung ein principielles Interesse, welches über die Frage, ob und wie sich Geschwindigkeiten als solche addiren lassen, weit hinausgeht. Es genügt hier, sich diese Bedeutung der KANT'schen Fragestellung für den ersten einfachsten seiner drei Fälle, für die Zusammensetzung zweier gleichgerichteten Geschwindigkeiten, klar zu machen. In Gleichungs-Symbolen lautet die Frage so: Wenn binnen derselben Zeit t die Wege s_1, und s_2 zurückgelegt werden — mit welchem Rechte setzen wir die resultirende Geschwindigkeit $c_3 = c_1 + c_2$? Freilich ist $c_1 = \frac{s_1}{t}$, $c_2 = \frac{s_2}{t}$, $c_3 = \frac{s_1 + s_2}{t}$, und arithmetisch ist ja $\frac{s_1 + s_2}{t} = \frac{s_1}{t} + \frac{s_2}{t}$. Aber diese Operationen zwischen den Maasszahlen gelten nach KANT nicht für einen ausreichenden Beweis, dass sich die analogen Operationen auch zwischen den gemessenen Grössen selbst,*) nämlich den Geschwindigkeiten selbst, auch nur denken, auch nur in der Vorstellung verwirklichen lassen.

In der von KANT gegebenen Lösung des Problems sind zwei Gedankenreihen auseinanderzuhalten: 1. dass eine Zusammensetzung von Bewegungen, speciell von Geschwindigkeiten nicht möglich ist ohne Zuhilfenahme der relativen Bewegung — und 2. dass sich mittelst der Anschauung von relativer Bewegung auch die Anschauung von der Zusammensetzung der Bewegungen wirklich erzielen, dass sich ihr Begriff „construiren“ lasse.

Zum ersten Punkte ist ohne weiteres zuzugeben, dass der Begriff der Zusammensetzung, so geläufig er dem primitivsten physikalischen Sprechen und Denken ist, wirklich den Einwurf nahe legt: „Es ist und bleibt unmöglich, dass ich mich aus der Ecke A eines Zimmers längs der Wand AB und zugleich längs der Wand AC be-

---

*) Freilich ist auch der Begriff einer „Operation zwischen Grössen selbst“ und der verwandte einer Functionsbeziehung $y = f(x)$, wenn y und x nicht bloss Maasszahlen, sondern die Grössen selbst bedeuten, schon wieder ein Problem für sich, über welches augenblicklich in unseren Zeitschriften für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht viel verhandelt wird. Ich musste mich darauf beschränken, für die Möglichkeit von Functionsbeziehungen zwischen den Grössen (z. B. dem Radius einer sich vergrössernden Seifenblase und ihres Volumens), nicht bloss von Zahlen, in einer kurzen Briefkastennotiz in der Ztschr. f. d. physikal. Unterr, 1899, Heft 6, Stellung zu nehmen.

wege; denn die Bewegungen, welche sich angeblich „zusammensetzen" sollen, haben ja thatsächlich garnicht stattgefunden — sondern nur die eine Bewegung längs der Diagonale AD." — Merkwürdigerweise nimmt man nicht ebenso Anstand zuzugeben, dass sich die Bewegung der Diagonale AD zerlegt denken lasse in die zwei Teilbewegungen längs AB und AD. Es hängt dieser Vorzug welchen das Zerlegen vor dem Zusammensetzen hat, gewiss zusammen mit jenem Primat der Analyse vor der Synthese, auf welche unter anderen Cornelius (Vierteljahrschr. f. wiss. Philos. 1893 und in seiner Psychologie 1897) so nachdrücklich hingewiesen hat.

Durch Heranziehen des Begriffes der relativen Bewegung, und nur*) durch ihn (S. 26 ff.), soll es nun aber nach Kant möglich werden, nicht nur das Zerlegen anschaulich zu vollziehen, sondern auch das Zusammensetzen. Das typische Beispiel für den ersten einfachsten dieser drei Fälle ist das gewöhnlich angeführte vom Schaffner, der den fahrenden Eisenbahnzug in der Richtung der Fahrt durchschreitet. In Bezug auf den Bahnkörper A bewegt sich der Zug B, in Bezug auf B bewegt sich der Schaffner C. Die Bewegung III von C in Bezug auf A ist dann „zusammengesetzt" aus der Bewegung II von C in Bezug auf B und aus der Bewegung I von B in Bezug auf A. Symbolisch: III = II + I. Ist nun hier das Zeichen + auch nur Symbol, oder ist es ein echtes Additionszeichen?

Ich glaube mit Kant auf die letzte Frage antworten zu dürfen: Ja. Denn — soweit von einem „Sehen" der Bewegung überhaupt die Rede sein darf,**) konnte man ebenso gut den Schaffner auf dem Zug,

*) Ich erinnere mich, schon zu einer Zeit, da ich KANT's Metaphysische Anfangsgründe noch nicht kannte (Ende der Siebzigerjahre), durch den physikalischen Elementarunterricht dazu gedrängt worden zu sein, das Bedenken gegen die Zusammensetzung von Bewegungen durch folgenden phoronomischen Versuch zu umgehen (vgl. meine „Naturlehre" von 1881, S. 129): Ein Schüler hatte die Kreide längs eines Lineals und zwei andere Schüler hatten das Lineal längs der Tafel zu verschieben. Die Bewegung der Kreide in Bezug auf die Tafel ist dann zusammengesetzt aus der Bewegung der Kreide in Bezug auf das Lineal und der Bewegung des Lineals in Bezug auf die Tafel. — Je nachdem dabei die Verschiebung der Kreide und des Lineals Winkel von 0^0, 180^0 oder zwischen diesen Grenzlagen bilden, ergeben sich die drei KANT'schen Fälle.

**) Die in meiner Psychologie S. 360 ff. angedeuteten Gründe, aus welchen mir der sehr gebräuchliche Terminus „Bewegungsempfindungen" oder der etwas allgemeinere „Wahrnehmungsvorstellungen von Bewegungen" ganz wörtlich genommen unvereinbare Begriffselemente einzuschliessen scheint, halte ich auch

wie den Zug auf dem Bahnkörper sich bewegen sehen, und sieht auch den Schaffner in Bezug auf den Bahnkörper sich bewegen — „sieht“ auch, dass diese letztere Bewegung den beiden ersteren „zusammengenommen“ gleich sei, aus ihnen „besteht“. — Oder sollte man doch nur die Wege sich addieren sehen? Ich halte letzteres für die minder natürliche psychologische Beschreibung des Sachverhalts.

Hat nun KANT recht, die Geschwindigkeiten, obwohl sie „intensive“ Grössen sind, für addierbar zu halten, so ist zum allermindesten nicht nur ein Vorurtheil gegen „intensive“ (allgemeiner: gegen „nicht extensive“) Grössen überhaupt, sondern auch das gegen ihre Zugänglichkeit für mathematische Operationen durchbrochen.

Und noch von einer anderen Seite her scheint mir diese „Construction“ der Bewegung als einer Grösse von principieller Wichtigkeit. Ich habe anderwärts *) zu zeigen versucht, dass die qualitative Vorstellung der Geschwindigkeit unter diejenigen Vorstellungsgebilde gehört, welche EHRENFELS „Gestaltqualitäten“, MEINONG „fundirte Inhalte“ **) nennt. Ist schon die Addierbarkeit von Empfindungen ein Problem, so könnte noch mehr die von solchen höheren Vorstellungsgebilden als eines, und zwar nur umso hoffnungsloseres erscheinen. Auch diese wäre als Vorurteil erwiesen, falls KANT mit seiner Construction einer Summe von Geschwindigkeiten recht hat, wobei zu untersuchen bleibt, wie viele von den sonstigen Gestaltqualitäten quantitativer Behandlung zugänglich sind. —

Das hier freilich nur Angedeutete ist der Grund, warum ich meine, dass die, wie es scheint, im Ganzen nur wenig beachtete und verwerthete Stelle auf S. 29 und 30 der vorliegenden KANTschen Schrift für die gegenwärtige Psychologie und Erkenntnisstheorie zu dem Actuellsten gehört, was die ganze Schrift überhaupt birgt.

---

durch die inzwischen (namentlich zwischen WILLIAM STERN, WITASEK und neuestens MEINONG in der Ztschr. für Psychol.) geführte Discussion über „Präsenszeit“ u. dgl. nicht entkräftet; der Bequemlichkeit halber aber mag man immerhin von einem „Sehen“ der Bewegung ebenso sprechen, wie vom Sehen einer Farbe.

*) Ztschr. f. d. physikal. und chem. Unterr., XI. Jahrg. 1899, S. 22 ff.

**) Neuestens „Gegenstände höherer Ordnung“ (Ztschr. f. Psychol., Bd. XXI, 1899).

Zum Zweiten Hauptstück: Dynamik.

(S. 33—74.)

Das zweite Hauptstück gliedert sich (allerdings nicht so scharf als das erste Hauptstück in die zwei oben, S. 19, auseinandergehaltenen Teile), in folgende fünf Gedankenreihen:

I. S. 33—39 (bis excl. Erkl. 5): Was man Undurchdringlichkeit zu nennen pflegt, ist repulsive Kraft.

II. S. 39—45 (bis excl. Lehrsatz 5): Nicht die Atomistik hat Recht, sondern die Annahme eines stetig von Materie erfüllten Raumes.

III. S. 45—53 (bis excl. Erkl. 7): Es giebt eine der Materie wesentliche Anziehungskraft, die als *„actio in distans“* wirkt.

IV. S. 53—61: Repulsion als Flächenkraft und Attraction als Raumkraft (durchdringende Kraft) machen zusammen das dynamische Wesen der Materie aus.

V. S. 61—74 „Allgemeiner Zusatz zur Dynamik“. — Nachdem hier die „Zurückstossungskraft“ und die „Anziehungskraft“ mit ihrer gegenseitigen „Einschränkung“ in das transcendentale Kategorienschema der Realität, Negation und Limitation eingefügt sind, steigt der Zusatz von dieser transcendentalen Höhe hinab bis zu den physikalischen und chemischen Begriffen fester, flüssiger, spröder, klebriger Körper u. s. f., Reibung, Auflösung, Scheidung u. s. f.

Dass hier nirgends die Grenze der Metaphysik in's Gebiet der Physik hinein sollte überschritten worden sein, wird nicht erst ein ausserhalb des strengen „Kriticismus“ stehender Leser finden; KANT selbst hebt ja gelegentlich (so S. 56 bei der „vielleicht möglichen Construktion“ der Cohäsion) hervor, dass er sich hier eine Ueberschreitung*)

---

*) Diese ersten Schritte wurden dann planmässig fortgesetzt in der posthumen Schrift „Uebergang von den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik“. — Hierzu namentlich die Ausgabe von KRAUSE (1888) und das Programm von KEFERSTEIN (1892, vgl oben, S. 7).

des Programmes seiner Schrift gestatte. — Die gegenwärtige Naturforschung hätte also allen Grund, das Mitsprechen der Philosophen in diesen Dingen von vornherein dankend abzulehnen, wenn sich nicht zeigte, dass gerade der hier behandelte Problemenkreis ein solcher ist, innerhalb dessen sich noch heute der Physiker leichter als sonst irgendwo zu „speculativen", apriorischen Argumenten und Gegenargumenten verleiten lässt. Eine Probe davon das immer noch durch fast alle Lehrbücher verbreitete apriorische Argument für die Atomistik aus der Thatsache der Verdichtbarkeit der Stoffe. —

Was KANT unter dem Namen „Dynamik" bietet, pflegt man nach seiner physikalischen Seite heute gewöhnlich „Molekularphysik" zu nennen. — Die KANT'sche Verwendung des Terminus „Dynamik" = Metaphysik der Molekularkräfte (nebst der NEWTON'schen Attraction) ist also eine bei weitem engere, als die beiden modernen Bedeutungen des Wortes „Dynamik", welche leider selbst noch stark von einander abweichen. Die ältere, aber noch nicht ausser Gebrauch gekommene Bedeutung von „Dynamik" ist nämlich gegeben durch den Gegensatz zu „Statik"; die neuere, in welcher sich die Etymologie correcter mit der zu bezeichnenden Sache deckt, ist: Dynamik = Lehre von den mechanischen Kräften und Energien. So schliesst sie dann natürlich die Statik ein, nicht aus. Ich möchte weiter die Dynamik unterschieden sehen in zwei Abschnitte: a) Die Dynamik im engeren Sinne, welche sich behufs „Erklärung" der mechanischen Thatsachen des NEWTON'schen Begriffes der Kraft gemäss der Gleichung $p = mg$, und in b) die Energetik, welche sich zur „Erklärung" der nämlichen Thatsachen des Begriffes Energie gemäss der Gleichung $ps = {}^1/_2 mv^2$ bedient. — Erst jene Dynamik im weiteren Sinne ist dann der Phoronomie coordinirt (genauer genommen der Phoronomie zusammen mit einer „Tonomie", wie unten S. 33 ff. zu erörtern sein wird); und zwar machen dann die [beschreibende] Phoronomie und die [erklärende] Dynamik zusammen die ganze Mechanik aus.

KANT spart den Namen „Mechanik" für sein Drittes Hauptstück auf. Der Leser wird aber gut thun, sogleich bei der Grundbestimmung des vorliegenden Zweiten Hauptstückes, nämlich bei KANT's Erklärung des Begriffes Kraft, welches Wort S. 34 zum erstenmale gebraucht wird, die Grundbestimmungen des Dritten Hauptstückes vergleichend heranzuziehen. Denn der dort S. 76 eingeführte Begriff der Masse ist dem der Kraft, wenigstens solange die

Galilei-Newton'sche Mechanik, wenn vielleicht nicht formell, so doch materiell unangefochten bleiben soll, dem der mechanischen Kraft untrennbar correlativ. Ob transcendentale Rücksichten es zu rechtfertigen vermögen, wenn diese Correlation auch nur für die Zwecke der Darstellung vorübergehend zu lösen versucht wird, mag hier unerörtert bleiben. —

Was den modernen Leser an Kant's Dynamik wohl am meisten befremden muss, ist diejenige Vorstellungsweise, welche S. 38 im Beweis zu Lehrsatz III ihren charakteristischesten Ausdruck findet. **„Eine ursprüngliche Kraft . . muss in einen kleineren Raum eingeschlossen grösser und in einen unendlich kleinen Raum zusammengepresst, unendlich sein.“** Man beachte: nicht etwa nur die Materie, welche „Träger“ der Kraft wäre (eben diese Vorstellung will ja Kant beseitigen), sondern die Kraft selbst wird „zusammengepresst“! Dies ist nicht etwa nur eine vorübergehende, allzu drastische Veranschaulichung, sondern auch zu Beginn der nächsten Anmerkung ist die Rede von einer ausdehnenden Kraft, die „in die Enge getrieben worden“ (S. 38). — So gedacht mahnt aber der Begriff der Kraft doch allzubedenklich an die „Fluida“ der älteren Physik, als dass ein Leser, der über die Fluida der Wärme und der Electricitätslehre zu lächeln sich gewöhnt hat, nicht alle Lust sich benommen sehen sollte, einer „dynamischen Construction der Materie“ zu folgen, welche, indem sie die Materie auf Kräfte zurückzuführen verspricht, zuvor aus der Kraft die verpönteste Sorte von Materie gemacht hat.

Es mag hier ganz dahingestellt bleiben, ob sich der schlimme Eindruck, den die angeführten und zahlreiche von derselben Vorstellungsart beherrschte Stellen des Zweiten Hauptstückes machen, durch feinere Interpretation als für den Kant'schen Begriff der Kraft dennoch unwesentlich erweisen liesse. Dagegen hat die gegenwärtige Physik und Metaphysik des Kraftbegriffes das lebhafteste Interesse daran, jene allzu anschauliche Vorstellungsweise Kant's auf alle Fälle nicht allzu ernst genommen zu sehen. Denn die Dinge stehen heute so, dass jede schlechte Definition des Begriffes „Kraft“ Wasser auf die Mühle der positivistischen Leugnung des Kraftbegriffes überhaupt ist. Man braucht aber nicht erst mit Comte Ursache und Kraft zu den „Fetischen“ zu werfen, um wenigstens eine mehr oder minder verschämt als „Fluidum“ vorgestellte Kraft ungeniessbar zu finden. — Ich wenigstens hätte und habe zu irgendwelcher Beschönigung eines solch handgreiflichen Kraft-Begriffes kein Wort vorzubringen.

Denjenigen, welche den Kraftbegriff überhaupt verwerfen, hat weder das Zweite noch das Dritte Hauptstück der KANT'schen Schrift etwas zu sagen. Nur an Diejenigen also, welche mit der Verurteilung des heute allenthalben so hart angeklagten Kraft-Begriffes nicht schon vor aller neuerlichen Untersuchung im Reinen sind, richten sich die folgenden Worte der Hoffnung, dass und wie dem Kraft-Begriff auch heute noch zu helfen wäre.

Nichts anderes als eine Verwerfung des Kraft-Begriffes ist es natürlich schon, wenn man „Kraft“ als „blosses Wort“, als „Namen“, oder als „ein anderes Wort für Beschleunigung“, oder als „Product aus Masse mal Beschleunigung“, wobei „Masse ein blosser Coefficient“ sein soll, ausgiebt. — Sollte d i e s e s rein ablehnende Verhalten gegen den Kraft-Begriff n i c h t das letzte Wort in Sachen des uralten Problems des *δυνάμει ὄν* speciell auf physikalisch-mechanischem Gebiete sein, so wird die Rehabilitierung des Begriffes beginnen müssen mit der Aufdeckung von Mängeln in den vorhandenen Definitionen und sonstigen Analysen dieses Begriffes. Offenbare Mängel nun, welche die Bedenken gegen einen s o l c h e n Begriff von Kraft nur zu sehr rechtfertigen, weist leider auch KANT's Definition auf.

„Die Ursache einer Bewegung heisst . . bewegende Kraft.“ Mit dieser Definition führt KANT den Begriff der Kraft (S. 34, Z. 8 v. u.) ein.

In dieser Form aber, welche sich auch heute noch in unzähligen Lehrbüchern findet, ist die Definition gewiss verfehlt; denn vor allem müsste es statt „Bewegung“ heissen B e s c h l e u n i g u n g, statt „Ursache“ T h e i l u r s a c h e.

Was das Erste betrifft, so wird unten (S. 86) näher zu untersuchen sein, ob die Correlation des Kraft-Begriffes zur B e s c h l e u n i g u n g, welche physikalisch ausser Frage steht (immer die wenigstens materielle Giltigkeit der GALILEI-NEWTON'schen Mechanik vorausgesetzt), logisch als c o n s t i t u t i v e s Merkmal in den Kraft-Begriff aufzunehmen ist, oder ob sie nur die empirische Erfüllung dieses Begriffes, also logisch genommen ein c o n s e c u t i v e s Merkmal darstellt. Es ist diese Frage äquivalent mit keiner geringeren, als der nach der apriorischen oder empirischen Natur des Trägheitsgesetzes; eben deshalb von ihr erst gelegentlich der Bemerkungen zum Dritten Hauptstück in viel weiterem Zusammenhang noch Näheres (S. 86 ff.).

Was aber das Zweite betrifft, dass statt „Ursache“ einzusetzen sei T e i l u r s a c h e, so scheint mir diese Modification zwar fast immer gemeint, aber fast nie ausgesprochen; und ich stehe nicht an,

diesen an sich gewiss nicht etwa fernliegend zu nennenden Gedanken als denjenigen zu bezeichnen, aus dessen Vernachlässigung ein guter Teil der unzähligen Bedenken gegen den Kraft-Begriff herstammt. Ich darf nur kurz andeuten, was ich meine, da ich eine etwas ausführlichere Darstellung schon in meiner Logik § 27 und § 28 gegeben habe. — Der § 28 beginnt mit der Bestimmung: „Die Begriffe Fähigkeit, Kraft, Vermögen, Disposition stehen in nächster Beziehung zum Causal-Begriffe; sie bezeichnen solche **Theilursachen** gegebener Erscheinungen, welche 1. im Vergleiche zu anderen Theilursachen, namentlich den „letzten" Ursachen (S. 65), mehr oder minder **bleibende Bedingungen** sind, die aber 2. als solche **nicht direct wahrgenommen**, sondern nur aus dem gesetzmässigen Stattfinden der Erscheinungen **erschlossen** werden können." Diese Analyse wird dann a. a. O. S. 68—70 näher begründet und durch Beispiele belegt. — Was nun von diesen drei Bestimmungen 1. „Teilursache", 2. „bleibend", 3. „nicht wahrnehmbar, nur erschliessbar" die erste betrifft, so sollte es wirklich nicht erst noch nöthig sein, sich dagegen zu verwahren, dass z. B. die „Schwerkraft" nie als die complete Ursache für das Fallen des Steines oder für den Druck auf die Unterlage gemeint sein könne. Es ist fast beschämend, wenn unsere Wissenschaft auf diesem Gebiete erst noch Entdeckungen machen zu müssen glaubt. Eine solche läge in der Lehre Wundt's, dass „die Erde nur die permanente Bedingung, unter welcher die Körper fallen können, die Ursache der einzelnen Fallerscheinung aber die Erhebung in eine bestimmte Höhe sei." Ich muss Sigwart's (Logik II. Bd., II. Aufl., S. 174—178) Nachweis der Willkürlichkeit einer solchen Behauptung oder Ausdrucksweise durchaus zustimmen. Ebenso stimme ich auch Sigwart wieder dort zu, wo er (ib. S. 175) Wundt zustimmt, dass für die Mechanik die thatsächlich eintretende Beschleunigung und die beschleunigende Kraft von einander unterschieden sind. Schon wieder den Ausdruck Wundt's: „Aber als mechanische Kraft gilt die .. mögliche Beschleunigung" halte ich nicht für so durchsichtig, als es hier wünschenswert wäre. Doch dies in letzterem Punkte nur hinsichtlich des Ausdruckes; in der Sache ist mit Wundt's Betonen des alten Aristotelischen Gegensatzes von Wirklich und Möglich, von *ἐνεργείᾳ* und *δυνάμει ὄν*, gewiss etwas Richtiges gemeint — ja ich glaube, dass eine künftige Entwicklung — nicht unserer sachlichen Kenntnisse dynamischen Inhaltes, sondern wirklich nur ihrer gedanklichen und terminologischen Verarbeitung — gerade in diesem Punkte der vielverspotteten Sorg-

falt für solche „scholastische“ Distinctionen noch recht Wohlthätiges zu danken haben könnte.

Als ein Beispiel im grossen sei das historische Curiosum in Erinnerung gebracht, dass sich ein Jahrzehnt nach Robert Mayer für den von ihm zuerst klar gedachten und durch den schlichten Ausdruck Kraft (hier im Sinne von „Fähigkeit zu Arbeiten“) glücklich bezeichneten Gedanken die englischen Physiker kein besseres Wort als Energie wussten. So wird denn seither gerade die „Fähigkeit, Arbeit zu leisten“ nicht mit dem von Aristoteles eben für „Fähigkeit“ gewählten Terminus δύναμις, sondern mit seinem ausdrücklichen terminologischen Widerspiel ἐνέργεια bezeichnet. Offenbar haben die Engländer, indem sie nach dem *energy* griffen, nicht an die Gedankenfinessen der Griechen, sondern unverhohlen anthropomorphistisch an die „Energie“ etwa eines Raufboldes gedacht. — Ob noch eine Zeit kommen wird, wo man für „Energie“ wieder mit Mayer Kraft, für potenzielle Energie (eigentlich eine Tautologie, wie „actuelle Energie“ ein Widerspruch) mit Helmholtz Spannkraft sagen wird? Noch ist nicht alle Hoffnung abgeschnitten; vielleicht lenken die Techniker mit ihren ungekünstelten Reden von „Kraftübertragung“ u. dgl. den physikalischen Sprachgebrauch auf den sonstigen gut deutschen zurück. — All das — ich wiederhole es — nur als Bemerkungen zur Terminologie, nicht zur Sache; auf einige sachliche Beziehungen zwischen „Energie“ und „Causalität“ gegen Ende dieses Abschnittes (S. 57 ff.).

Bekanntlich darf sich die Physik weitestgehender Gleichgültigkeit gegen alle etymologischen Rücksichten bei der Wahl ihrer Termini gestatten, da sie andere, verlässlichere Mittel als das „Sprachgefühl“ hat, um über den logischen Inhalt ihrer Begriffe in dem mit den Thatsachen Vertrauten keinerlei Zweifel aufkommen zu lassen. — In Sachen des Kraftbegriffes kommt es nun dem exacten Denken des Physikers alles in allem am nächsten, wenn wir definiren: Kraft ist, was man in „Dyn“ messen kann; und schlechterdings nichts anderes. Dem Logiker freilich möchte eine solche Definition fast wie ein schlechter Scherz scheinen. Aber da diejenige specifisch psychologische und logische Arbeit, welche zur Analyse physikalischer Begriffe nach ihrer qualitativen Seite nöthig wäre, von seiten der fachmässigen Technik des physikalischen Denkens gegenwärtig fast überall abgelehnt zu werden pflegt, indem man die physikalischen Begriffe ausschliesslich durch Formeln, z. B. „Kraft“ durch mg, „lebendige Kraft“ durch $^1/_2 mv^2$ u. s. f., also nur nach der quanti-

tativen Seite „definirt", so ist ganz im Ernst jene Umgrenzung des Begriffes Kraft mittels der festen Maasseinheit „Dyn" für den Physiker als solchen nicht von der Hand zu weisen. Knüpfen denn in der That auch wir, die Psychologen und Logiker, einmal direct an die jedem Physiker geläufige Abgrenzung derjenigen physikalischen Grössen, die durch Dyn gemessen werden können, bezw. nicht gemessen werden, wieder die psychologische und logische Analyse dieses officiellen physikalischen Kraftbegriffes an, so treffen wir auf zwei Unterscheidungen von je zwei Gliedern.

Erstens: Von „Kraft" wird gesprochen im Hinblick nicht nur auf das Phänomen der Beschleunigung, sondern auch auf das Phänomen der „mechanischen Spannung"

Zweitens: Von „Kraft" wird gesprochen nicht nur im Hinblick auf diese Phänomene als solche, sondern auch auf die nicht phänomenalen Teilursachen jener Phänomene.

Da es sich hier nicht darum handeln kann, den hiemit aufgezeigten Arbeitsplan für eine psychologische Analyse des bewährten physikalischen Kraftbegriffes ganz durchzuführen,*) sondern sozusagen nur das Material zu einer solchen Analyse ausser Frage zu stellen, so möge je ein Physiker der Gegenwart Zeugnis ablegen für je das zweite Glied der obigen beiden Unterscheidungen, indem im Streit um den Kraftbegriff einerseits die „Spannungen" gegenüber den Beschleunigungen, andererseits die nichtphänomenalen Begriffselemente von „Kraft" gegenüber den phänomenalen, letztlich gegenüber der „Beschleunigung", teils geradewegs geleugnet, teils übersehen zu werden pflegen.

Den principielleren Widerspruch erregt bei allen Phänomenalisten die Annahme von „nichtphänomenalen Teilursachen". Für die Fruchtbarkeit, ja Unentbehrlichkeit solcher zeuge aber die folgende Stelle aus der jüngst erschienenen posthumen Mechanik von Helmholtz (I. Bd., S. 24):

„Es liegt nun die Gefahr nahe, sich bei der Aufstellung des Begriffes Kraft in eine leere Tautologie zu verwickeln. Die Bewegungen und die Beschleunigungen sind Thatsachen, welche beobachtet werden können und deren Grösse man durch Raumabmessungen und Zeitbestimmungen zahlenmässig feststellen kann. Wenn

*) Vielleicht ist es mir einstmals noch vergönnt, dies und alles andere hier nur Skizzirte, wie es sich mir aus vieljährigem Unterrichte der Physik ergeben und an ihm gefestigt hat, unter dem Titel „Psychologische und logische Analysen der Leitbegriffe der mathematischen Physik" niederzuschreiben.

man dagegen von Kräften spricht als den Ursachen dieser Bewegungserscheinungen, so weiss man von deren Wesen nichts weiter, als was man eben aus der Beobachtung des Bewegungsvorganges herauslesen kann, und was seinen Ausdruck schon in der Angabe der Beschleunigung gefunden hat. Man kann daher von der Kraft nichts aussagen, was man nicht bereits von der Beschleunigung weiss, und es wäre die Einführung dieses unerklärlichen Abstractums ohne jeden Inhalt.

Der wahre Sinn, der die Einführung des Kraftbegriffes rechtfertigt, besteht nun darin, dass die Kräfte als immer bestehende, nach unveränderlichen Gesetzen wirkende Ursachen angesehen werden, deren Wirkung zu allen Zeiten unter denselben Verhältnissen die gleiche sein muss. Diese Eigenschaft kann von den Beschleunigungen nicht behauptet werden. An dieser Bedingung hat man stets festzuhalten, wenn man von Kräften spricht. So kommt häufig der Fall vor, dass wir die Anwesenheit einer Kraft anzunehmen Grund haben, ohne dass wir ihre Wirkung als Beschleunigung auftreten sehen. In solchem Falle dürfen wir nicht annehmen, dass die Kraft vorübergehend aufgehört hat zu wirken, es wird uns vielmehr stets gelingen, dann noch andere Kräfte aufzuspüren, deren Beschleunigungen mit der vermissten Beschleunigung zusammen die geometrische Summe Null geben. Es kann sich alsdann ein materieller Punkt in diesem Zustande des Gleichgewichts der Kräfte unter denselben Bedingungen befinden, wie wenn keine Kräfte auf ihn wirkten; wir haben aber durch die ungestörte Additionsfähigkeit der Wirkungen die Möglichkeit, auch in solchen Zuständen die einzelnen Ursachen als fortbestehend und unverändert wirksam anzusehen, und wir können an dem Grundsatze festhalten, dass das Gesetz der Kraft ein dauerndes ist. Unter dieser Voraussetzung lässt sich mit Hilfe des Kraftbegriffes die ganze theoretische Physik ausbilden."

Wie man sieht, ist hier von den oben (S. 29) angeführten drei Momenten auch das zweite hervorgehoben, dass Kräfte b l e i b e n d e Teilursachen sind. Helmholtz dürfte dieses Moment sogar um eine Nuance zu stark betonen, wenn er aus dem Kraftbegriff herausliest, dass die „Wirkung zu a l l e n Zeiten unter denselben Verhältnissen die gleiche sein müsse". Ich habe mich dagegen begnügt mit der Bestimmung „m e h r o d e r m i n d e r bleibende Bedingungen"; denn wir sprechen ja auch von allmählich sich verstärkenden oder verlierenden elektrischen Kräften, fühlen uns selbst bald mehr, bald minder kräftig u. s. f. — Auch die theoretische Physik kennt ja neben den von der Zeit

unabhängigen Kräften der „conservativen Systeme“ auch Kräfte, welche Funktionen der Zeit sind, z. B. die elektrische Anziehung eines sich allmählich entladenden Conductors.

Aller Nachdruck der Stelle liegt aber auf der Rechtfertigung des Gedankens, „dass wir die Anwesenheit einer Kraft anzunehmen Grund haben, ohne dass wir ihre Wirkung als Beschleunigung auftreten sehen. In solchem Falle dürfen wir nicht annehmen, dass die Kraft vorübergehend aufgehört habe zu *wirken.*“ Allerdings meine ich, dass es dem Sinne dieser Stelle noch genauer entspräche, wenn es hier hiesse: „aufgehört habe zu bestehen“. Denn wenn es in Folge entgegengesetzter gleicher Beschleunigungen zum Auftreten einer Beschleunigung thatsächlich nicht kommt, so wird man bei strengerer Ausdrucksweise kaum sagen dürfen, es sei trotzdem diese Beschleunigung bewirkt worden, nur eben „zusammen“ mit einer entgegengesetzten. Sehr wohl aber verträgt sich der oben (S. 28) vor allem urgierte Gedanke der Teilursache (den ja ebenfalls die angeführte Stelle, wenn nicht geradezu ausspricht, so doch noch weniger abweist) mit der Auffassung, dass eine Teilursache K_1, die zusammen mit Teilursachen A_1 B_1 . . H_1 Beschleunigungen erzeugen „würde“, beim Zusammentreffen mit einem anderen solchen Complex A_2 B_2 . . H_2 eben nicht mehr Beschleunigung („wirklich“) erzeugt.

Denkbar wäre es nun, dass sie dann in der That nichts erzeugt. Die physikalische Erfahrung — und nur sie, nicht eine apriorisch-phoronomische Construction, wie die des Beschleunigungsparallelogramms — lehrt dagegen, dass, wo zwei Kräfte nicht die kinetische Wirkung der Beschleunigung wirklich haben, die sie jede für sich „hätten“, sie dafür die eine ganz ebenso positive, sinnlich wahrnehmbare Wirkung erzeugen, nämlich die statische Wirkung der „Spannung“ — dasjenige, was das zweite Glied der ersten von den beiden oben (S. 31) eingeführten Unterscheidungen besagt. Der bis zur Gedankenträgheit überlieferte Ausdruck „zwei Kräfte heben einander auf“ ist daher unvollständig; es müsste heissen: „bezüglich ikrer kinetischen, nicht aber ihrer statischen Wirkungen“.

Die aus Helmholtz angeführte Stelle spricht von diesem phänomenalen Datum der Mechanik nicht. Und so völlig geläufig der Begriff der „Spannung“, speciell auch der mechanischen, fast mehr noch der physikalischen Technik als der physikalischen Theorie ist, so selten wird alles in allem dieses phänomenalen

Datums der Physik bei Definitionen des Gegenstandes und der Aufgabe der Mechanik als eines phänomenalen Datums gedacht. Wenn ich es wage, im Hinblick darauf KIRCHHOFF's berühmte Definition der Mechanik*), wonach diese „die Bewegungen .. zu beschreiben“ habe, als sogar in descriptiver Hinsicht unvollständig zu bezeichnen, da es (selbst bei Verzicht auf alles „Erklären“) heissen müsste „die Bewegungen und die Spannungen .. zu beschreiben“, so muss es wieder eine physikalische Autorität sein, welche das, wie es scheint, sehr allgemein verbreitete Vorurteil gegen eine Dreiheit mechanischer directer Phänomene, nämlich Spannung neben Weg und Zeit, allmählich vermag überwinden zu helfen. Ich verweise daher neuerdings**) auf jene entschiedene und ausführliche Stelle in MAX PLANCK's Buch über die Energie (1887, S. 149—152).

Es versteht sich bei einer so buchstäblich „handgreiflichen“ Sache, dass jenes dritte Phänomen der Mechanik, wie selten auch genannt, so doch immer bemerkt worden sei. Aber nicht als Klärungen, sondern geradezu als Verdunkelungen und unheilbare Entstellungen des Kraftbegriffes sind alle jene unzähligen Versuche zu erwähnen, welche jenes Phänomen, nennen wir es nun „Spannung“ oder aber „Muskelempfindung“ (MAX PLANCK), „Andrangsempfindung“ (so KURT LASSWITZ in „Atomistik und Kriticismus“), „Anstrengungsempfindung“, *nisus* u. dgl. als die Kraft selbst bezeichneten. So wenig wie das „Verursachen“, nehmen wir nach HUME's unwiderleglichen Beweisen die „Kraft“ wahr. — —

Sollen uns nun diese „Schwierigkeiten“, die ja unverkennbar genug doch nur begrifflicher Art sind, ewig äffen dürfen? — Ich glaube, dass keiner derjenigen Lösungsversuche, welche eines der zwei mal zwei Unterscheidungsglieder von vornherein zu eliminiren suchen, dem Streit um die Kraft wirklich ein Ende machen wird. Es muss sich doch auch begrifflich und terminologisch den Thatsachen gerecht werden lassen, dass wir, um bei dem streng physikalischen Denken in Dyn stehen zu bleiben, bald Kräfte in Dyn messen, die wir Beschleunigungen haben bewirken sehen, bald solche, welche nur Spannungen bewirkt haben. Und dabei denken wir

---

*) — auf deren wirkliche oder vermeintliche Hauptintention, die Ausschaltung des Ursach-Begriffes aus der Mechanik, wir erst S. 40 ff. zurückkommen.

**) Ich habe es schon gethan in der Monographie „Psychische Arbeit“ (Ztschr. f. Psychol., VIII. Bd., auch in Sondersausgabe, bei Voss, Hamburg, 1894), wo ich dem Begriffe „psychische Spannung“ als dem einen Factor der „psychischen Arbeit“ (analog dem p in p><s) nachzugehen hatte.

nicht die jeweilige Kraft in dem einen oder anderen Falle als eine „andere“; sondern die zu einer und „derselben“ Kraft als der einen bleibenden Teilursache des Phänomens jeweilig hinzukommenden anderweitigen Teilbedingungen hatten jeweilig immer wieder „andere“ sein müssen, damit es einmal zum kinetischen Effect der Beschleunigung, ein andermal zum statischen Effect der Spannung kam.

In Dyn messen wir aber überdies auch noch Kräfte, die weder Beschleunigung noch Spannung „wirklich“ bewirken, von denen wir aber Grund haben anzunehmen, dass sie das eine wie das andere eben wieder nach den hinzukommenden Teilbedingungen bewirken „würden.“ Wir haben hier einen Fall desjenigen Gegensatzes vor uns, den ich an anderer Stelle*) durch die Unterscheidung der phänomenalen Quanta und der kategorialen Quanta zu fixieren versucht habe. Die Kraft, als nicht „wahrnehmbar“, wohl aber „denkbar“, ja als das, was man behufs Completirung von Teilbedingungen denken muss, ist unter allen Umständen nur ein kategoriales Quantum (so gewiss als die mit ihr oft identificirte oder verwechselte Spannung ein phänomenales); und für alle kategorialen Quanta lässt sich allgemein und auch speciell im Hinblick auf die thatsächlich geübte Denkpraxis des Physikers der Satz aussprechen, dass alle kategorialen Quanta maasszahlengleich angesetzt werden den ihnen correlativen phänomenalen Quantis. Phänomenal gemessen werden in Dyn die Spannungen (wenn auch selbst meistens wieder nur mittelbar durch Strecken und Winkel, nämlich Deformationen elastischer Körper, Winkel am Dynamometer u. dgl.). Kategorial gemessen werden in Dyn die Kräfte, welche diese Spannungen hervorzubringen fähig sind — und welche überdies, wie die Erfahrung (und die unten, S. 91 ff. noch eingehend zu erörternde apriorische Ergänzung des empirisch entdeckten Trägheitsgesetzes) gelehrt hat, überall wo sie Spannungen hervorzurufen fähig sind, auch Beschleunigungen hervorzurufen fähig sind; und umgekehrt.**)

Der weitere Begriff, welcher sich mathematisch zwischen Kraft und Beschleunigung einschiebt, nämlich der der Masse, ist letztlich ebenfalls ein kategorialer Begriff (wie S. 70 ff. noch näher zu erörtern sein wird), der aber thatsächlich bei hinreichend weit geführter Analyse

*) Psychische Arbeit, a. a. O. S. 49, S. 6 der Sonderausgabe.

**) Diese Umkehrung allerdings nur mit der auf S. 135 vermerkten Einschränkung.

ebenfalls auf das phänomenale Element der „Spannung“ zurückweist; worüber Näheres unten S. 76 ff.

Alle hier nur ganz flüchtig angedeuteten Ansatzpunkte zu einer gegen die gegenwärtige Physik nicht verstossenden, durch eine künftige Psychologie und Logik aber erst allseitig durchzuführenden Analyse und Definition der Kraftvorstellung und des Kraftbegriffes mögen schliesslich noch eine Probe bestehen, indem wir von den mehrfachen Einwürfen, welche Heinrich Hertz in der bewunderungswerten Einleitung zu seiner nachgelassenen Mechanik*) gegen die herkömmliche Fassung des Kraftbegriffes erhebt, nur zwei herausheben:

Zunächst spricht Hertz**) von seiner Erfahrung, „dass es sehr schwer ist, gerade die Einleitung in die Mechanik denkenden Zuhörern vorzutragen, ohne einige Verlegenheit, ohne das Gefühl, sich hie und da entschuldigen zu müssen, ohne den Wunsch, recht schnell über die Anfänge hinwegzugelangen zu Beispielen, welche für sich selbst reden.“ Und Hertz fährt dann, nachdem er solche Verlegenheiten in Newton's bedenklicher Definition der Masse als Produkt aus Volumen und Dichtigkeit (und der etwas unsicheren Vertheidigung dieser Definition durch Thomson und Tait) gefunden hat, also fort: „Auch Lagrange, denke ich, müsse jene Verlegenheit und den Wunsch, um jeden Preis vorwärts zu kommen, verspürt haben, als er seine Mechanik kurzerhand mit der Erklärung einleitete, eine Kraft sei eine Ursache, welche einem Körper eine Bewegung erteilt, „oder zu erteilen strebt“;**) gewiss nicht ohne die logische Härte einer solchen Ueberbestimmung zu empfinden.“

Ich glaube gegen das logische Unbehagen, welches Ueberbestimmungen von Begriffsinhalten oder ähnliche formal logische Fehler hervorbringen können und sollten, nicht unempfindlich zu sein. Ich glaube aber auch, dass Hertz sich hier an einem blossen Schein von Ueberbestimmung gestossen habe, und dass vielmehr jene Doppelbestimmung in dem schon oben S. 33 hervorgehobenen Dualismus kinetischer und statischer Wirkungen ihre volle physikalische Berechtigung besitzt, und dass sie sich gleichfalls erkenntnisstheoretisch durch den Begriff der Teilursache auch formell von jedem Schein

---

*) III. Bd. der Gesammelten Werke, S. 8. — Die „Einleitung“ ist abgedruckt in den „Vorreden und Einleitungen zu classischen Werken der Mechanik“, [vgl. oben S. 3, Anm.]; S. 129.

**) Vgl. den französischen Wortlaut der Stelle in „Vorr. u. Einl.“ S. 216, den deutschen ib. S. 69.

logischer Inconsequenz befreien lässt. Halten wir nur daran fest, dass — die oben S. 33 gebrauchten Zeichen K_1 A_1 B_1 .. H_1, A_2 B_2 .. H_2 zunächst noch allgemeiner als dort genommen — innerhalb zweier Complexe von Teilursachen

$$K_1 \quad A_1 \; B_1 \; . \; . \; H_1$$
$$K_1 \quad A_2 \; B_2 \; . \; . \; H_2,$$

die Teilursache K_1 streng die gleiche, ja dieselbe sein kann und dass dennoch, weil sie einmal mit den weiteren Teilursachen A_1 B_1 . . H_1, das anderemal mit A_2 B_2 . . H_2 zusammen vorkommt, gänzlich verschiedene Wirkungen W_1 und W_2 zum Vorschein kommen können. Es ist dann hiermit das naheliegende und ungekünstelte Schema gefunden, unter welchem wir nicht nur begreifen, dass „dieselbe“ Kraft K_1 einmal „Bewegung erteilt“ (W_1) und ein andermal „Bewegung zu erteilen strebt“ (W_2), sondern weil es sich eben um „Kraft“, um „Fähigkeit“, um ein blosses δυνάμει ὄν handelt, es überhaupt gar nicht anders erwarten dürfen, als dass einerlei „Kraft“ an mehrerlei „Wirkung“ als Teilursache beteiligt sei. Oder ist etwa jenes allgemein formulierte Schema etwas anderes als der abstracte Ausdruck von Erfahrungen, wie sie jeder Augenblick des alltäglichen Lebens uns aufdrängt? Ein Baumreis ist gepflanzt, wird gehegt und gepflegt, besonnt, begossen und wächst stattlich heran. Es braucht ihm aber nur ein böser Bube die Rinde ringsum bis auf die Saftzellen durchzuschneiden, und mit dem Wachsthum ist's vorbei. — Ein wissenschaftlicher Arbeiter weiss sich voll der besten Kraft und würde Gutes leisten, hat es vielleicht auch schon geleistet — man braucht ihm aber nur das Schreibpapier oder die Arbeitszeit zu entziehen, und mit jeder weiteren wirklichen Leistung ist es vorbei, wenn er auch noch bis zu seinem letzten Athemzuge zu arbeiten „strebt“ und erst unter qualvollen seelischen „Spannungen“ zu Grunde geht. — Ein Rafael wäre zwar auch ohne Arme ein Maler gewesen, aber Gemälde hätten wir von ihm nicht, so wenig wir diejenigen Eingebungen Schuberts noch besitzen, zu deren Aufzeichnung ihm das Notenpapier mangelte.

Was Hertz im Speciellen als Ueberbestimmung empfunden zu haben scheint, ist jenes „strebt“. Und ich stehe nun nicht an, diesen Ausdruck, den auch Lagrange übernommen hat, für einen unglücklichen zu halten, aber nicht, weil er eine Ueberbestimmung, sondern, weil er einen Anthropomorphismus darstellt. Was auch der Lagrange'schen Formulierung fehlt, ist ebenfalls die klare Coordinierung der zweierlei Phänomene, des kinetischen der Beschleunigung und

des statischen der Spannung. Statt von „S p a n n u n g“ zu reden, die man ebensogut „tastet“ (Muskelempfindungen den „Tast“-Empfindungen im weitesten Sinne zugerechnet wegen der Aehnlichkeit der Qualität trotz Verschiedenheit der Organe), wie man die Beschleunigung „sieht“ (beides mit mehr als e i n e m *grano salis* verstanden), darf man nicht plötzlich von „s t r e b e n“ sprechen, ohne den Hörer sogleich etwas wie einen Ruck in ein heterogenes Gebiet verspüren zu lassen. Ueber den Anthropomorphismus dieses „Strebens“ aber besser erst unten (S. 41 ff.) noch einige Bemerkungen gelegentlich KIRCHHOFFS bekannten Worten über (d. h. gegen) die mechanischen „Ursachen“ und „Kräfte“.

Der zweite von den HERTZ'schen Vorwürfen, welchen ich nicht unberührt lassen möchte, findet sich in der vorliegenden längeren Stelle*): „Ist das, was wir jetzt Schwungkraft oder Centrifugalkraft nennen, etwas anderes als die Trägheit des Steines? Dürfen wir, ohne die Klarheit unserer Vorstellungen zu zerstören, die Wirkung der Trägheit doppelt in Rechnung stellen, nämlich einmal als Masse, zweitens als Kraft? In unseren Bewegungsgesetzen war die Kraft die vor der Bewegung vorhandene Ursache der Bewegung. Dürfen wir, ohne unsere Begriffe zu verwirren, jetzt auf einmal von Kräften reden, welche erst durch die Bewegung entstehen, welche eine Folge der Bewegung sind? Dürfen wir uns den Anschein geben, als hätten wir über diese neue Art von Kräften in unseren Gesetzen schon etwas ausgesagt, als könnten wir ihnen mit dem Namen „Kraft“ auch die Eigenschaften der Kräfte verleihen? Alle diese Fragen sind offenbar zu verneinen, es bleibt uns nichts übrig als zu erläutern: die Bezeichnung der Schwungkraft als einer Kraft sei eine uneigentliche, ihr Name sei wie der Name der lebendigen Kraft als historische Ueberlieferung hinzunehmen, und die Beibehaltung dieses Namens sei aus Nützlichkeitsgründen mehr zu entschuldigen als zu rechtfertigen. Aber wo bleiben alsdann die Ansprüche des dritten Gesetzes, welches eine Kraft fordert, die der todte Stein auf die Hand ausübt und welches durch eine wirkliche Kraft, nicht durch einen blossen Namen befriedigt sein will?“

Zu diesen Ausführungen habe ich zunächst von physikalischer Seite zu bemerken, dass, wenn die angebliche Schwierigkeit angesichts derjenigen r i c h t u n g ändernden Kräfte, bei welchen als Reaction

---

*) S. 7 der Originalausgabe, S. 127 der „Vorreden und Einl.“

gegen die Richtungsänderung „Centrifugal-"Kräfte auftreten, unwiderleglich wäre, der Angriff noch viel weiter hätte gehen können, nämlich auch gegen jeden „Beharrungswiderstand", welcher bei der Aenderung der Geschwindigkeit auftritt. Ist es wahr, dass, wenn der Eisenbahnarbeiter, der einen schwer beladenen Wagen auf wagrechten, sehr glatten Schienen vorwärts zu schieben hat, die Ungeschicklichkeit begeht, seine Hand gegen eine scharfe Kante oder Spitze des Wagens wirken zu lassen und diese sich in die Hand gebohrt fühlt, wir bei der Auffassung dieser Translationsbewegung „die Wirkung der Trägheit doppelt in Rechnung stellen, nämlich einmal als Masse, zweitens als Kraft"? Es ist nicht nöthig, an dieser Stelle das vereinfachte physikalische Exempel näher durchzuführen; auch wäre der richtige Platz hiezu wohl erst im Zusammenhang mit den Erörterungen über den Trägheits- und Beharrungsbegriff, den wir gemäss der Trennung in Kant's Schrift, welche im zweiten Hauptstück den Kraftbegriff und erst im dritten den Massen- und Trägheitsbegriff erörtert, für den folgenden Abschnitt dieses Nachwortes aufsparen müssen. Hier also nur soviel:

Auch diese Schwierigkeit löst sich ganz von selbst durch Verwertung des Begriffes „Teilursache." Jedenfalls muss der an der Schnur geschwungene Stein oder der auf Schienen geschobene Wagen, auch schon bevor die ihn schwingende oder schiebende Hand sich an dem einen wie dem anderen der beiden Körper zu schaffen macht, das Zeug dazu gehabt haben, falls die Hand als die neu hinzukommende Teilbedingung den mechanischen Vorgang der Richtungs-, bezw. Geschwindigkeits-Aenderung einleitet, gemäss seiner Eigenschaft als „Masse" zum Auftreten eines Spannungszustandes in der Rolle einer nothwendigen, aber nicht ausreichenden Bedingung beizutragen. Insofern haben wir ein gutes Recht zu sagen: Massen haben Kräfte; und nicht: Massen sind das einemal Massen, ein andermal Kräfte. — Und es wäre nicht freundlich, demjenigen, welcher sich auf die erstere Art ausdrückt, in dem Gebrauch des Wörtchens „haben" metaphysische Dunkelheiten vorzuwerfen, als würden die Massen als substantielle „Träger", die Kräfte als substantielle „Fluida" oder nicht substantielle „Accidentien" oder dgl. gedacht. Doch darüber wie gesagt, noch einige Worte in den Bemerkungen zum dritten Hauptstück anlässlich des Massenbegriffes, wo auch auf eine dritte Stelle bei Hertz zurückzukommen sein wird, in der er von seinem dritten Weltbild der Mechanik, das sich nur „verborgener Massen", nicht des alten Kraftbegriffes bedienen will, dennoch zugesteht: „Uebrigens

erweist es sich auch hier bald als zweckmässig, den Begriff der Kraft einzuführen."*) Woher doch diese „Zweckmässigkeit" eines angeblich inhaltsleeren Begriffes — vielmehr: „blossen Wortes"?

Und nun, nachdem soviel von „Teilursachen" die Rede gewesen war, auch noch einige Worte über den Begriff der „Ursache", dem wir es oben (S. 28) vorwarfen, dass er durch seine herkömmliche Rolle als *genus proximum* des Begriffes einer mechanischen Kraft die Definition von vorn herein verderbe. An allgemein erkenntnistheoretischen Erörterungen soll hier dem noch immer unerschöpften Thema des Causalproblems nur soviel entnommen werden, als zum Nachweis nöthig ist, dass unser Begriff der Teilursache nichts von dem Fetisch-Charakter an sich trägt, welchen man dem Begriff der Ursache überhaupt vorwirft. Aber auch diese Erörterungen mögen sogleich an ihren berühmtesten modernen Anlass innerhalb der Mechanik, an Kirchhoffs' Worte über (d. i. gegen) den Ursachbegriff in der Mechanik anknüpfen. Sie lauten**): „Man pflegt die Mechanik als die Wissenschaft von den Kräften zu definiren, und die Kräfte als die Ursachen, welche Bewegungen hervorzubringen streben. Gewiss ist diese Definition bei der Entwicklung der Mechanik von dem grössten Nutzen gewesen, und sie ist es auch noch bei dem Erlernen dieser Wissenschaft, wenn sie durch Beispiele von Kräften, die der Erfahrung des gewöhnlichen Lebens entnommen sind, erläutert wird. Aber ihr haftet die Unklarheit an, von der die Begriffe der Ursache und des Strebens sich nicht befreien lassen. Diese Unklarheit hat sich z. B. gezeigt in der Verschiedenheit der Ansichten darüber, ob der Satz von der Trägheit und der Satz vom Parallelogramm der Kräfte anzusehen sind als Resultate der Erfahrung, als Axiome oder als Sätze, die logisch bewiesen werden können und bewiesen werden müssen. Bei der Schärfe, welche die Schlüsse in der Mechanik sonst gestatten, scheint es mir wünschenswert, solche Dunkelheiten aus ihr zu entfernen, auch wenn das nur möglich ist durch eine Einschränkung ihrer Aufgabe. Aus diesem Grunde stelle ich es als Aufgabe der Mechanik hin, die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen zu beschreiben, und zwar vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben. Ich will damit sagen, dass es sich nur darum handeln soll, anzugeben, welches die Erscheinungen sind, die stattfinden, nicht aber darum, ihre Ursachen zu ermitteln."

*) Original S. 33, „Vorr. u. Einl." S. 151. — **) „Vorr. u. Einl.", S. 119.

Was uns aus dieser unzählige Male citirten Stelle hier beschäftigen muss, ist diejenige Formulirung des Begriffes „Ursache", gegen die sich dann KIRCHHOFFS Abneigung kehrt. Wie, wenn dies gar nicht derjenige Begriff von Ursache wäre, für den sich heute noch ein Erkenntnistheoretiker ernstlich einsetzt? Ich habe es schon oben anlässlich der Bemerkungen von HERTZ über LAGRANGE's Kraftdefinition einbekannt, dass wenigstens ich kein Wort zugunsten des Anthropomorphismus, der nun einmal im Begriff „streben" liegt (sofern nicht auch dies etwa nur ein bloss gleichnisweise verwendetes Wort sein soll) vorzubringen hätte. Ich habe dieses Bekenntnis auf alle diejenigen Fassungen des Begriffes „Ursache" auszudehnen, welche einen Willen (wovon „Streben" ein besonderer Fall ist*) zu einem constitutiven Element des Ursachbegriffes machen. Nicht, als ob ich hiermit ohne jede weitere Begründung abgeurteilt haben möchte über die Theorien von EMPEDOKLES φιλια und νεῖκος bis zu SCHOPENHAUER's „Weltwillen". Nur daran müsste, denke ich, der überzeugteste Willensmetaphysiker festhalten, dass er von dieser seiner Ueberzeugung schlechterdings nichts in seine physikalischen Vorstellungen als physikalische einmischen darf. Wer dieser wissenschaftlichen Pflicht einer ametaphysischen (nicht antimetaphysischen) Behandlung was immer für einer wissenschaftlichen Disciplin (soweit es eben nicht die Metaphysik selbst ist) nachgekommen ist, den treffen alle Ausdrücke der Abneigung von Physikern gegen den Ursachbegriff als einen verkappten Willensbegriff nicht mehr. Es war eine in dem positiven Besitzstande der erkenntnistheoretischen Litteratur nicht begründete Anklage, wenn KIRCHHOFF von der „Unklarheit" sprach, „von der die Begriffe der Ursache und des Strebens sich nicht befreien lassen."

Dagegen ist es ein anderes Element, welches man aus dem Ursach-Begriff nicht weglassen kann, ohne ihn selbst aufzugeben: das der Nothwendigkeit.**) Es wird dies von den meisten Ver-

*) Vgl. meine Psychologie S. 509.

**) Vielleicht wird es auch dem principiellen Gegner aller „Notwendigkeit" leichter, auf die diesem Begriffe oben zu widmende Untersuchung überhaupt mit einzugehen, wenn ich noch vor der Untersuchung ausspreche, was auch nach meiner Meinung „Notwendigkeit" jedenfalls nicht leisten kann und soll:

Nirgends bereichert es den Inhalt oder den Umfang der meiner Anschauung zugänglichen **Thatsachen**, wenn ich zwischen sie **Notwendigkeiten** hineindenke. — Der Satz „Das gleichseitige Dreieck ist gleichwinkelig" ist um nichts ärmer an geometrischem Gehalt, als der Satz „Das gleichseitige Dreieck muss gleichwinkelig sein". Ich erinnere mich, schon

theidigern, wie sogar von den meisten Gegnern des Causalbegriffes zugestanden: aber leider, wie es mit derlei Begriffen schon geht, welche dem logischen oder ontologischen, dem psychologischen oder

---

als Gymnasiast es als eine Unzukömmlichkeit gefühlt zu haben, über deren Grund ich mir damals freilich nicht Rechenschaft geben konnte, wenn von einem Schüler oder dem Lehrer etwa der Pythagoreische Lehrsatz so ausgesprochen wurde: In jedem rechtwinkligen Dreiecke muss das Quadrat der Hypotenuse u. s. f. Warum „muss"? „Ist" thut's ja auch! — Heute erkläre ich meinen Eindruck eines Superplus so: Das „ist" giebt dem geometrischen Einzelbestand Ausdruck; und ist nur um ihn gefragt, so darf auch nur mit „ist" geantwortet werden. Das „muss" dagegen kann entweder der Verknüpfung dieses Einzelbestandes mit anderen Einzelbeständen Ausdruck geben (so wenn ich gegen Ende des Beweises, der es u. a. auch mit der Flächengleichheit von Dreiecken, Rechtecken u. dgl. zu thun gehabt hatte, mit den Worten schliesse: „Also muss auch das Quadrat u. s. f."); in diesem Falle ist das „muss" eine über den verlangten Einzelbestand am stärksten hinausgehende Zuthat, da sie ihrerseits mindestens zwei neue Bestände, nämlich mindestens einen anderen Satz, und überdies die Verknüpfung des ersten mit ihm besagt. Oder das „muss" kann besagen, dass die Coexistenz zweier Merkmale eines geometrischen Gebildes, z. B. der Gleichseitigkeit und Gleichwinkligkeit des Dreieckes, eine mehr als bloss empirische oder „zufällige", nämlich eine eben als „nothwendig" einzusehende sei; dann ist diese besondere Artung der Coexistenz zwar gewiss auch interessant, geht aber wieder deshalb über die vor allem verlangte Feststellung, dass überhaupt generell eine Coexistenz z. B. zwischen Gleichseitigkeit und Gleichwinkeligkeit beim Dreieck bestehe (z. B. beim Viereck besteht sie schon nicht), wieder um die *differentia specifica* „nothwendig" durch das „Muss" in unerbetener Weise hinaus.

Was aber bei der Formulirung mathematischer Sätze nur formelle Unebenheit ist oder sein kann, wird zur Unerträglichkeit, wenn auf physikalischem Gebiete von dem „Muss" vor dem „Ist" gesprochen wird, wie es leider namentlich unser physikalischer Elementarunterricht noch lange nicht sich abgewöhnt hat. Was ich meine, kann ich am besten durch die folgende Stelle aus den „Instructionen für die österreichischen Realschulen" vom Jahre 1879 belegen. Dort war zu lesen (S. 145): „Es ist z. B. gewiss ein Fehler, wenn man den freien Fall so abzuleiten versucht: „„Die Schwere ist eine konstante Kraft, welche einem Körper in jedem folgenden Zeitteilchen dieselbe Geschwindigkeit erteilt, folglich $v = gt$, folglich $s = \frac{1}{2} gt \cdot t$ u. s. w."" Man kennt die Schwere durch den Druck auf die Unterlage und durch die Fallbewegung. Niemand, der es nicht versucht oder erfahren hat, kann wissen, dass Druck in Bewegung übergeht, noch weniger, wie er in Bewegung übergeht. — Es wird sich hier empfehlen, einfach erzählend anzuführen, dass Galilei, ohne an die Ursache der Fallbewegung zu denken, die Natur derselben experimentell untersucht hat. Er hat gefunden, dass bei derselben in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen" etc. — Ich habe diese Stelle (welche einer zum Teil bis auf den Wortlaut ähnlichen in MACH's Mechanik, I. Auflage 1883, S. 129, 130, entspricht) schon in der ersten Ausgabe meiner Naturlehre 1881 (Vorrede S. VI) mit Freude und Dankbarkeit begrüsst und aus ihr die Berechtigung gewonnen, allem Herkommen entgegen auch schon im

erkenntnistheoretischen, jedenfalls also philosophischen und nicht physikalischen oder sonstwie physischen Gebiet angehören, erstreckt sich die leidliche Uebereinstimmung unzähliger litterarischer Aeusse-

---

ersten Physik-Unterricht die reine Beschreibung einer kleinen Auswahl rein phoronomischer Thatsachen allem Reden von „Kräften" vorauszuschicken. (Leider ist jene Stelle durch die neuesten österreichischen Realschul-Instructionen von 1898 ausser Kraft gesetzt.)

Ich glaube also von jeher nicht unempfindlich gewesen zu sein gegen die intellektuelle Qual, welche jede Behauptung über Kraft, Ursache, Notwendigkeit u. dgl. m., vor der Auffassung der Thatsachen als solcher bereitet; und daher auch nicht unempfindlich gegen die intellektuelle Wohlthat, welche ein reinliches und vollständiges Beschreiben vor allem Erklären gewährt. Ich glaube rückhaltlos an die Möglichkeit, den Thatsachen gegenüber sich nur wahrnehmend, nur „beschreibend" zu verhalten. Nur den Grund der weiteren Forderung, dass, weil man auf das Erklären verzichten kann, man auch darauf verzichten müsse, sehe ich nicht ein.

Wenn durch ein Gleichnis diese Sachlage überhaupt noch klarer gemacht werden kann, als sie es in sich ist, so liesse sich etwa sagen: Thatsachen und Notwendigkeiten verhalten sich wie reelle und imaginäre Zahlen (oder allgemeiner: wie zwei zu einander normale Vectorgrössen, welche eine der anderen sozusagen nichts abgeben, keine „Componente" liefern können). Ich kann die Mannigfaltigkeit, wie sie durch die reelle Abscissenachse repräsentiert ist, um nichts bereichern durch die Mannigfaltigkeit der imaginären Ordinatenachse oder auch der ganzen Zahlenebene. Eben darum kann aber die eine eindimensionale Mannigfaltigkeit auch nichts gegen die anderen beweisen.

Ohne Gleichnis gesprochen: Für die Wahrnehmung (äussere und innere) legt sich mir die Welt sämtlicher dieser Wahrnehmung überhaupt zugänglichen Realitäten als eine in sich relationslose dar; jede Farbe, jede Lust ist in sich, was sie eben ist. Weder brauche ich diese einfachen Daten zu Complexionen „zusammen"zudenken, noch brauche ich „zwischen" diese absoluten Daten Relationen hineinzudenken. — Aber wer wird von dieser Möglichkeit Gebrauch machen wollen, wer wird sie gar als Pflicht anderen aufnötigen wollen? Wahr ist es ja: wenn ich meine beiden Zeigefinger mir vor Augen halte, so sehe ich nichts von Gleichheit, sondern ich sehe eben die beiden Finger. Ob aber darum noch einmal ein KIRCHHOFF kommt, der uns warnt zu sagen: „7 cm ist gleich 7 cm" — d. h. der uns ebenso empfiehlt, auf das Denken in Gleichheits-Relationen zu verzichten, wie die Forderung eines blossen Beschreibens letztlich auf das Denken in Notwendigkeits-Relationen verzichten möchte (— ich sage „letztlich", denn wie MACH an schönen Beispielen gezeigt hat, haben die „Theorien", von welchen man oft meint, sie gingen nur auf die Verknüpfung der Thatsachen, auch reichlich die Fähigkeit, auf neue Thatsachen selbst aufmerksam zu machen — wofür sie gelegentlich allerdings auch die vorurteilslose Auffassung der Thatsachen erschweren. Vgl. MACH, Das Princip der Vergleichung in der Physik. Populäre Vorlesungen 1896 S. 258, und speciell die dort angeführten Beispiele von der Schwingungstheorie des Lichtes; näher ausgeführt in den „Bemerkungen über die historische Entwicklung der

rungen über den Begriff der Nothwendigkeit und seine Stellung zum Causalbegriff auch beinahe nur auf die beiden Wörter „Ursache" und „Nothwendigkeit", und es fehlt fast alles, dass man auch von

---

Optik, Ztschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. XI 1898, S. 3 ff.). — Wem es aber mit aller Consequenz nur um die „Thatsachen" als solche zu thun ist, der darf überhaupt nicht erst auf das „Erklären", sondern er muss auch auf das „Beschreiben" verzichten, da ja dieses ganz ausdrücklich in einem Hineintragen ebenfalls von Relationen, nämlich Gleichheits- und Aehnlichkeits-Relationen zwischen die Thatsachen besteht, indem es ja ein „Beschreiben" ohne die Thätigkeit des „Vergleichens" natürlich nicht giebt. — Solange es der Positivismus nicht wagt, die Dinge auf diese Spitze zu treiben, schuldet er denjenigen, welchen für die Notwendigkeits-Relationen dasselbe billig scheint, was für die Vergleichungs-Relationen recht ist, den Nachweis, dass und warum beiderlei Relationen eine grundsätzliche Andersbehandlung verdienen. — Bis dahin aber, wann für diese Andersbehandlung die sachlichen, d. h. hier: relationstheoretischen Gründe beigebracht sein werden, brauchen wir in der positivistischen Leugnung der Notwendigkeit nichts anderes als ein gerade dieser Art von Relationen vorübergehend widerfahrenes Missgeschick zu sehen. — Eben hieraus sei es auch gerechtfertigt, wenn ich auf all' das, was aus älterer philosophischer Litteratur zur Theorie der Notwendigkeit als sichergestellt noch bis vor kurzem gelten durfte und über nicht lange auch wieder gelten wird, nur summarisch verweise. Es seien nur die zwei Namen LOTZE und SIGWART in Verehrung genannt.

Inzwischen muss sich die — gegenwärtig allerdings noch etwas häufiger als etwa zu HUME's oder zu COMTE's Zeiten anzutreffende — Abneigung gegen Notwendigkeit, wie alle „Richtungen" natürlich in sich selber ausleben, denn derlei Strömungen brechen sich überhaupt nicht an Gründen. Was nach dem Positivismus in dieser Sache Positives von der Zukunft zu erwarten ist, liesse sich etwa als eine Histologie der Notwendigkeits-Relationen bezeichnen, d. h. ein Aufzeigen ihrer feineren Verzweigungen und Verflechtungen innerhalb der einzelnen Wissenszweige, welche ja in ihrer Erkenntnispraxis durch die erkenntnistheoretische Skepsis gegen die Notwendigkeit sich nie haben irre machen lassen. Am reichlichsten liegt das Material für eine erkenntnistheoretische Auffassung unter jenem besonderen Gesichtspunkte schon längst in der Mathematik vor. Und zwar hat sich mir jenes Bild am stärksten aufgedrängt in der „absoluten Geometrie"; denn hier ist ja der Zweck der ganzen in sich paradoxen Unternehmung gerade der, durch fingierendes Hinwegdenken einzelner Wahrheiten (z. B. des Parallelen-„Axioms") einzelne Zusammenhänge als minder fest, als nicht eigentliche, und eben hiemit andere Zusammenhänge als umso unlösbarer, als die eigentlichen Notwendigkeits-Relationen, zu erweisen (etwa wie in der *membrana basilaris* die Teilchen einer radialen Faser unter sich fester zusammenhängen als mit denen einer neben ihr liegenden). —

Doch es soll ja in dieser Anmerkung nicht von dem die Rede sein, was Notwendigkeiten leisten, sondern von dem, was sie nicht leisten. Und so möge schliesslich ganz flüchtig auch derjenigen Betrachtungsweise gedacht sein, welche nicht nur jenseits von Muss und Muss-nicht, sondern überhaupt schon von Wahr und Falsch im wissenschaftlichen (keineswegs auch im Gesinnungs-)

einer Uebereinstimmung hinsichtlich eines festen Begriffsinhaltes „Nothwendigkeit" als Kern des physikalischen Ursach-Begriffes sprechen könnte.

Unter der Unzahl von gelegentlich geäusserten Ansichten, welcher Sinn mit dem Worte „Nothwendigkeit" eigentlich zu verbinden sei,

---

Sinne steht: der künstlerischen Anschauung der Dinge. In seinen „Grundlagen des XIX. Jahrhunderts" wird CHAMBERLAIN nicht müde, GOETHE's Wort: „Lebhafte Frage nach den Ursachen . . ist von grosser . . Schädlichkeit" unter immer neuen geistreichen Nutzanwendungen einzuschärfen. (Ganz nebenbei bemerke ich hier, dass auch GOETHE in jener Stelle ebenso sehr vor „Verwechslung von Ursache und Wirkung" warnt — also ebenfalls jene Begriffe keineswegs inhaltsleer findet. — Die Stelle selbst ist den Aphorismen „Zur Naturwissenschaft im allgemeinen" entnommen.) Man kann sich der Wohlthat eines solchen Rates voll teilhaftig machen, ohne darüber aus dem Auge zu verlieren, dass wo man von der harten psychischen Arbeit des Denkens in Notwendigkeits-Relationen aufatmet, man eben längst nicht mehr theoretische Mechanik, nicht mehr absolute Geometrie treibt; dies zu thun hat ja auch GOETHE nie das Bedürfnis gehabt. — HELMHOLTZ, von dem wir in vorliegender Schrift mehrmals Worte anzuführen hatten, die der „Kausalität" und der „Kraft" nichts weniger als feindlich sind (so S. 31, S. 60 Anm.), hat gleichwohl in einer der letzten seiner glänzenden Gelegenheitsreden: „Goethes Vorahnung kommender naturwissenschaftlichen Ideen" dem Positiven einer sozusagen bloss morphologischen, nicht aetiologischen Naturauffassung, z. B. auch dem KIRCHHOFF'schen Worte vom „Beschreiben" gerecht zu werden gewusst. Wir dürfen in dieser gelegentlichen Würdigung einer kausalfreien Naturbetrachtung bei HELMHOLTZ gewiss mehr als blosse wissenschaftliche Conciliance erkennen: denn die Rolle, welche gleichwohl die „Notwendigkeit" auch im künstlerischen Anschauen spielt, hat HELMHOLTZ psychologisch treffend als „Folgerichtigkeit" gekennzeichnet. — Geht man den letzten psychologischen Gründen speciell dieser Rolle der Notwendigkeit nach, so dürften es jene Gesetze der Vorstellungsbewegung sein, welche ich („Psychische Arbeit" § 53, Ztschr. f. Psych. VIII, S. 187, Sonderabdruck S. 86 ff.) zu entwickeln versucht habe. Jeder Verstoss gegen die Notwendigkeiten einer Charakterentwicklung u. dgl., welche für den in künstlerischer Anschauung Aufgehenden gar nicht mehr Gegenstand irgend einer Beurteilung, geschweige einer wissenschaftlichen ist, hemmt gleichwohl den Strom der Vorstellungen, welche seine Phantasie mit erzeugen muss, und mit dieser Vorstellungsbewegung ist auch die ästhetische Stimmung gehemmt und zerstört. — Wie wenig CHAMBERLAIN mit seinem Abraten von „Kausalität" gegen „Notwendigkeit" gesagt haben will, zeigen uns Stellen, wie die (I. Bd. S. 244), „dass der Begriff der Notwendigkeit ein in allen indoeuropäischen Rassen besonders stark ausgeprägter ist, dem man bei ihnen auf den verschiedensten Gebieten immer wieder begegnet: er deutet auf hohe leidenschaftslose Erkenntniskraft. . ."

Die letzten Beispiele mögen nur die Erinnerung daran wecken und wach erhalten, wieviel eine allseitige Grenzbestimmung, was Notwendigkeit leistet und was sie nicht leistet, an philosophischen und ausserphilosophischen Erfahrungen und Erwägungen noch heranzuziehen hätte.

fehlt auch diejenige nicht, welche auch ihn wieder in nächste Beziehung zum Willen bringt, und die ihn dann eigentlich geradezu unter den Begriff Willen subsumiren könnte, nämlich so, dass man bei Nothwendigkeit an etwas wie Zwang*), Willenshemmung (sei es gehemmten Willen, sei es hemmenden Willen) denkt. Es hätte keinen Zweck, allen nach dieser Richtung sich eröffnenden Möglichkeiten hier nachzugehen: denn ich kann nur gestehen und betonen, dass ich einen solchen Kern von „Nothwendigkeit“ als Element des Causalbegriffes gerade so unverwendbar finde, wie den unverhüllt anthropomorphistischen Willens-Kern selbst.

Was für einen Begriff von Nothwendigkeit ich für logisch correct und dann neben manchen anderen Rollen, die er spielt, auch als Element des Causalbegriffes unanfechtbar und unentbehrlich halte, habe ich an verschiedenen Stellen meiner Logik dargelegt.**) Es sei gestattet, hier nur soviel zu wiederholen, als erforderlich ist, um ein kurzes Symbol, nämlich „α-Relation“ zu rechtfertigen, welches ich a. a. O. § 47 eingeführt habe und das sich mir in mancherlei Hinsicht als zweckmässig bewährt hat. Es besteht nämlich, wie sich sofort fühlbar machen dürfte, eine leicht in ihre tieferen Gründe zu verfolgende Analogie zwischen den aus der herkömmlichen Schullogik allgemein üblichen Symbolen

$$\left.\begin{matrix} A = \text{Alle} & I = \text{Einige} \\ E = \text{Kein} & O = \text{Nicht alle} \end{matrix}\right\} \text{ und } \left\{\begin{matrix} \alpha = \text{Muss} & \iota = \text{Kann} \\ \varepsilon = \text{Kann nicht} & \omega = \text{Muss nicht.} \end{matrix}\right.$$

Von diesem Gedanken nun ist es der des „Alle“, der Allgemeinheit, welcher offenbar parallel geht (um hier einen möglichst unvorgreiflichen Ausdruck für das Verhältniss der zwei von Kant meist wie synonym behandelten Termini zu gebrauchen***) mit dem des „Muss“,

*) Dass und inwiefern sich Zwang und Nothwendigkeit unterscheiden, vgl. meine Psych. S. 570. — Wird diese Unterscheidung acceptirt, so ist es dann z. B. auch nicht räthlich, logische Gewissheit, logische Evidenz u. dgl. m. dadurch der psychologischen Wirklichkeit näher rücken zu wollen, dass man sie als „logischen Zwang“ charakterisirt.

**) Namentlich § 25 B, Die Begriffe Nothwendigkeit, Möglichkeit, Unmöglichkeit; § 27 Causalbegriff, § 28 Dispositionsbegriff, § 47 Die Urteile über Müssen, Können, Nichtkönnen, Nichtmüssen, § 58 Grund und Folge, Real- und Erkenntnisgrund. § 70 über „Modalitäts“-Schlüsse, speciell S. 174 der Hinweis, dass sich alle herkömmlichen Schlüsse aus Einer kategorischen Prämisse (A, E, I, O) in solche der Verträglichkeitsrelationen (α, ε, ι, ω — s. o.) übertragen lassen.

***) Von den mannigfachen Analogien hier nur zwei: Das Urteil Alle S sind P ist nicht rein umkehrbar. Ebenso ist auch die α-Rel. keine von den umkehrbaren (wie es Gleich, Aehnlich, Freund u. s. f. sind), sondern eine von den nicht umkehr-

der Nothwendigkeit. Und so nenne ich die Nothwendigkeit im Weiteren absichtlich recht farblos „α-Relation“ und werde sie abkürzend öfters als α-Rel. bezeichnen.

Vielleicht ist es nicht immer und überall genügend gewürdigt worden, dass Nothwendigkeit überhaupt immer und in jedem Sinne eine Relation ist.*) Nehmen wir es aber jetzt als zugestanden an, dann bleiben nur die Fragen 1. nach der Art der Glieder, zwischen welchen α-Relationen bestehen können, und 2. ob je nach der Art der Glieder die α-Relation unbeschadet ihrer generellen Gleichartigkeit in allen diesen Fällen (denn sonst wäre es zweckwidrig, überhaupt eine einheitliche Bezeichnung für sie einzuführen) gleichsam eine specifische Färbung annimmt. Also gleich im Hinblick auf die eigentliche Streitfrage, welche heute nichts weniger als erledigt ist: Giebt es wenigstens zweierlei Nothwendigkeit, „Denknothwen-

---

baren. D. h.: In einer α-Rel. A α B kommt dem Vorderglied eine andere Rolle zu als dem Hinterglied; die Logik des *modus ponendo ponens* u. dgl. verfolgt diesen Unterschied weiter. Die von SIGWART durchgearbeitete Analogie des eben genannten *modus* der hypothetischen Schlüsse zum *modus Barbara*, und ebenso zwischen den übrigen hypothetischen und kategorischon Schlüssen, ist nur eine weitere complicirtere Anwendung jener Analogie zwischen a und α.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, dass sich auch durch die Benützung der Symbole ε, ι, ω manche strittige These schärfer fassen und discutiren lässt. Ein Beispiel sogleich aus dem uns hier zunächst angehenden Stoffgebiet, und zwar bezüglich der „Unabhängigkeits-Relation“ (scheinbar eine *contradictio in adjecto*), des Muss-nicht, der ω-Rel.: Es sagt nämlich MACH (Mechanik S. 147), dass es ebenso wichtig ist, die Unabhängigkeit zweier Umstände A und B von einander, als die Abhängigkeit zweier Umstände A und C zu erkennen. In unseren Symbolen lauten die beiden hier — u. zw. beide mit gleichem Recht angenommenen — Relationen: A ω B, A α C. — Indem VOLKMANN (Ueber Newtons principia [s. u. S. 158, Anm.] S. 9) mit der angeführten Aeusserung MACH's die andere, dass alle Dinge mit einander zusammenhängen, unverträglich findet (was ein Beispiel zum Schema X ε Y wäre), dürfte eine Lösung der Unverträglichkeit dann möglich werden (X ι Y'), wenn an einen eventuell sehr mittelbaren Zusammenhang gedacht wird; allgemein beweisen würde sich übrigens sogar ein solcher mittelbarer Zusammenhang nicht für alles und jedes lassen. — Wir werden speciell auf die ω-Relationen bei der Erörterung der „geschlossenen Relationssysteme“ zurückzukommen haben (S. 149).

*) Sehr entschieden tritt für diese Auffassung COSSMANN ein in seiner soeben erschienenen Schrift „Elemente der empirischen Teleologie“, Stuttgart 1899, S. 23 „Es mag ja sein, dass die Nothwendigkeit zuweilen als etwas betrachtet wurde, das in den Gliedern des Zusammenhanges irgendwie darin ist, das der Materie der Zusammenhänge angehört; so wird sie aber neuerdings wohl kaum mehr aufgefasst, sondern als etwas zur Relation zwischen den Gliedern, als etwas zur Form des Zusammenhanges Gehöriges.“

digkeit“ und „Naturnothwendigkeit“? MACH gibt die erstere zu und leugnet die letztere*); VOLKMANN **) leugnet zwar nicht die erstere die Denknothwendigkeit, lässt aber diese logische Nothwendig keit unser Denken erst von der äusseren Nothwendigkeit sozusagen abgelernt haben. — Man sieht, das Problem, welches SCHOPENHAUER in seiner „Vierfachen Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde“

*) Während des Druckes dieser Zeilen erscheint in der Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr., 1899, VI. Hft., S. 366 auf briefliche Anfrage der Redaction folgende Formulierung seines Standpunktes durch Herrn Prof. E. MACH: „Meine Meinung ist, dass unsere Begriffe von der Natur selbstgemachte, darum aber noch nicht willkürlich und frei erfundene sind. Soweit die Natur diesen Begriffen entspricht, sind die Folgen dieser Uebereinstimmung auch logisch nothwendig. Die Entscheidung darüber, ob und wie weit diese Uebereinstimmung besteht, bleibt aber immer offen.“

**) In der folgenden Hauptstelle seiner Abhandlung „Ueber die Frage nach dem Verhältniss von Denken und Sein und ihre Beantwortung durch die von der Naturwissenschaft nahegelegte Erkenntnistheorie“, Berichte der kais. Akad. d. Wiss. in Wien 1897, mathematisch naturwissenschaftliche Classe S. 10 [1112] sagt VOLKMANN: „Eine Frage, die hiemit auf das Engste zusammenhängt, ist die nach dem Verhältniss der Nothwendigkeit des Denkens zur Nothwendigkeit des Naturgeschehens. — E. MACH äussert sich: „„Man sagt, die Thatsachen stünden in den Darlegungen des Physikers in der Relation der Nothwendigkeit, welchen Umstand die blosse Beschreibung nicht zum Ausdruck bringt. Wenn ich constatirt habe, dass eine Thatsache A gewisse (z. B. geometrische) Eigenschaften B hat, und mich in meinem Denken daran halte, so kann ich selbstredend nicht zugleich wieder hiervon absehen. Das ist eine logische Nothwendigkeit. Hierin liegt nicht, dass dem A nothwendig die Eigenschaft B zukommt. Dieser Zusammenhang ist lediglich durch die Erfahrung gegeben. Eine andere als eine logische Nothwendigkeit, etwa eine physikalische, existirt eben nicht.““ — Diese Aeusserung ist von dem Standpunkte aus, den ich vorhin als den subjectiven bezeichnet habe, vollkommen richtig; sie entspricht ganz der Aeusserung, nach der Gesetze und Hypothesen unsere naturwissenschaftlich gereiften Ideen sind. Ich kann aber dieser Aeusserung eine andere gegenüberstellen, deren Standpunkt als objectiv bezeichnet werden könnte. Das äussere Geschehen der Dinge, soweit es nothwendig und gesetzmässig vor sich geht, drängt sich schon dem kleinsten Erfahrungskreise auf, und dieses gesetzmässige äussere Geschehen der Dinge ist es, welches empirisch uns zwingt, diese Gesetzmässigkeit nachzudenken. So halte ich dafür, dass die Logik in uns ihren Ursprung in dem gesetzmässigen Geschehen der Dinge ausser uns hat, dass die äussere Nothwendigkeit des Naturgeschehens unsere erste uud recht eigentliche Lehrmeisterin ist. — Nach dieser Auffassung könnte ich vielleicht sagen: Eine andere als eine Naturnothwendigkeit, etwa eine logische (geistige) existirt eben nicht — und ich würde mich darum noch keineswegs in Gegensatz zu E. MACH zu stellen brauchen.“

Einen besonderen Abschnitt widmet der „Nothwendigkeit“ VOLKMANN auch in dem Buche „Erkenntnistheoretische Grundzüge der Naturwissenschaft“ 1896 (S. 172—175).

aufgeworfen und in seiner Weise gelöst hat, ist heute wieder höchst actuell geworden. Die „Specification" bis zur Annahme von vier coordinirten Arten von „Grund" zu treiben, scheint nun zwar kaum jemand heute mehr geneigt; aber schon die Möglichkeit jener Vierzahl lässt die Anzahl der Combinationen, welche von jenen „Wurzeln" man anerkennt, welche verwirft und wie man sie etwa wieder einander unterordnet oder nicht (z. B. die Motivation unter die allgemeine Causalität, den Seinsgrund unter den Erkenntnisgrund) bedenklich gross erscheinen.

Auch hier also sei mir eine einfache Mitteilung derjenigen Stellungnahme zu all' diesen Möglichkeiten gestattet, die sich mir in dem besonderen Streite um die Causalität persönlich seit langem bewährt hat: Es giebt nur einerlei Nothwendigkeit (geradeso wie es nur einerlei Gleichheit gibt — unbeschadet der nie zu erschöpfenden Mannigfaltigkeit von Paaren des Gleichen); also soweit strengste „Homogeneität". Die Nothwendigkeit selber ist keine andere, wenn sie als „Denknothwendigkeit", als „Erkenntnisgrund" zwischen den Prämissen und der Conclusio, wie wenn sie als „Naturnothwendigkeit", als „Realgrund" zwischen dem Complex der Teilursachen und der Wirkung besteht. —

Was der Einsicht, dass sich Denknothwendigkeit und Naturnothwendigkeit nicht durch die Art der α-Rel. selbst, bezw. den Nothwendigkeits-Begriff, sondern nur durch die Art der Relationsglieder, zwischen denen die α-Rel. besteht, unterscheiden, allgemeinere Anerkennung bisher erschwert hat, scheint meistens der auffällige Unterschied der zweierlei Nothwendigkeits-Urteile zu sein, den zu leugnen mir keineswegs einfällt, zu dem ich mich vielmehr immer wieder aufs Nachdrücklichste bekenne; nämlich: In Logik, in Mathematik weiss ich um das Bestehen der α-Rel. aus den Fundamenten, also *a priori* (nach den Grundbestimmungen oben, S. 15); in der Physik, bei der Nothwendigkeit als Kern des Causalbegriffes, erkenne ich das Bestehen der α-Rel. nicht aus den Fundamenten — wie Hume und mit ihm Mach mit unbestreitbarem Rechte betont — sondern wenn überhaupt, so nur „aus Erfahrung", *a posteriori*. Und weil nur aus Erfahrung, so „weiss" ich (wie wieder Kant unerbittlich gezeigt, durch den Ausdruck „bloss comparative Allgemeinheit" aber allerdings nicht sehr treffend bezeichnet hat) um die Nothwendigkeit nicht mit Gewissheit, nämlich nicht mit evidenter Gewissheit; denn was in mir psychologisch eintritt, nachdem ich tausendmal auf das Loslassen des Steines das Fallen des Steines gesehen habe, ist als die bekannte

Hume'sche „Gewohnheit“ oder als sonstige felsenfeste, aber doch nur „subjective“ Ueberzeugung eben nur evidenzlose Gewissheit. Erst wo es nicht bei der „Gewohnheit“ bleibt, sondern aus den 1000 Fällen der 1001. methodisch inducirt wird, bringt es die Induction zur Evidenz, aber nun nur zur Evidenz der Wahrscheinlichkeit.

Man wolle es verzeihen, dass ich diese jedem Erkenntnisstheoretiker längst bekannten Unterscheidungen, ohne welche es natürlich zwar eine Induction, aber nur eben keine Logik der Induction gibt, hier neuerdings urgire. Ich thue es unter dem frischen und starken Eindruck einer Erfahrung, welche mich gelehrt hat, dass, was mir und einem Theile meiner Freunde als eine überzeugende Lösung des Grundproblems aller Induction seit langem gegolten hat — des Problems: Wie man über das Bestehen von Nothwendigkeit durch Erfahrung könne belehrt werden —, einen anderen Freund*) trotz angestrengter, ich darf sagen vieljähriger Bemühung von beiden Seiten nicht zu überzeugen vermocht habe. Angesichts dieser Mahnung zur Vorsicht begnüge ich mich, die strittige These der weiteren Prüfung zu unterbreiten, nicht ob sie „richtig“, sondern nur, ob sie in keinem ihrer Ausdrücke „sinnlos“ sei:

Selbst wenn mir nichts anderes als eine in n Fällen beobachtete **„Regelmässigkeit“** als Prämisse zur Verfügung steht, so bietet diese Regelmässigkeit einen **Erkenntnisgrund** für das evident wahr-

*) Anton Oelzelt. Während der Correctur dieser Bogen erscheint ein Nachtrag zu seiner „Kosmodicee“ (auch besonders unter dem Titel „Warum das Problem der Willensfreiheit nicht zu lösen ist.“ Wien, Deutike, 56 S.) Der Widerspruch gegen obige These ist u. a. in folgenden Satz zugespitzt: „Wenn ich sage: Regelmässigkeit setzt Nothwendigkeit als wahrscheinlichen Erklärungsgrund voraus, so trifft das nur zu, wenn ich überhaupt einer Erklärung bedarf, d. h. wenn ich schon annehme, dass Regelmässigkeit, als das Gegenteil von Zufall, nicht zu erwarten ist ohne Ursache“ (S. 18). — Aehnlich in Sachen der Nothwendigkeit zwischen Zahlen (S. 54). — Trotz dieses vollen Gegensatzes in Sachen der Nothwendigkeits-Urteile kann ich in der Sache, auf welche es mir hier allein ankommt, des Nothwendigkeits-Begriffes, Oelzelt geradezu als meinen Bundesgenossen anführen, dessen Zustimmung angesichts jenes Gegensatzes um so wertvoller ist. Denn was immer Schlimmes er gegen unser Wissen oder Vermuthen von Ursachen und einigen anderen Nothwendigkeiten zu sagen hat, so behauptet er doch nirgends, dass dem Begriffe der Ursache oder der Nothwendigkeit überhaupt „Unklarheit anhafte“; auch ihm ist das Element „Nothwendigkeit“ der Kern des Causalbegriffes; auch ihm ist die deterministische Behauptung eines durchgängig causierten Wollens eine nicht minder verständliche, als die entsprechende indeterministische Leugnung.

scheinliche Urteil, es werde jene Regelmässigkeit aus dem Bestehen einer **„Nothwendigkeit“** hervorgegangen sein — in jener Nothwendigkeit ihren **Realgrund** haben.*)

Ueber eine solche Wahrscheinlichkeit bringen wir es freilich auch unter den günstigsten Umständen nicht, solange diejenigen Relationsglieder, zwischen denen die Nothwendigkeit als bestehend anerkannt werden soll, von solcher Art sind, dass die Nothwendigkeit eine causale Nothwendigkeit ist. Also kurz gesagt: Nie wissen**) wir um das Bestehen von Causalität aus Erfahrung. Aber wenigstens braucht unser Nichtwissen nach seiner positiven Seite hin, dem „Vermuthen“, nicht ein blindes, gewohnheitsmässiges zu sein, sondern eben weil es evident, wenn auch nur evident begründete Vermuthung ist, ist es schon ein „Erkennen“.

Doch — wie weit man das Gebiet des „Erkennens“ ziehen will, ob so, dass es blosse Wahrscheinlichkeit, Vermuthung, noch einschliesst oder aber ausschliesst, das ist immer wieder nur Sache des Sprachgebrauches, also eventuell des Wortstreites: — freilich meine ich, dass z. B. eine Erkenntnistheorie, die sich um die evidenten Vermuthungen nicht kümmern wollte, ein sehr unvollständiges Ding wäre. Dagegen ist nicht irgendwie Wortstreit, sondern ein einschneidend sachlicher Unterschied der schon oben hervorgehobene zwischen Nothwendigkeits-Urteil und Nothwendigkeits-Begriff. Wenn wir es nun Denknothwendigkeiten gegenüber zur Gewissheit, Naturnothwendigkeiten gegenüber nur zur Wahrscheinlichkeit bringen, wie konnte ich dann noch behaupten, die Nothwendigkeit selbst sei innerhalb der beiden *species* Denk- und Naturnothwendigkeit doch immer nur ein und dasselbe *genus*? Warum sollte denn ein bloss in den Relationsgliedern liegender Unterschied auch nur den Schein eines Artunterschiedes der zu erkennenden Nothwendigkeit selbst hervorbringen — wie sollte er unseren zweierlei Erkenntnissen selbst den denkbar grössten Gegensatz in Erkenntnissachen, den der Möglichkeit und der Unmöglichkeit einer zu erlangenden Gewissheit aufprägen? Der Frage lässt sich nicht anders überzeugend erwidern,

---

*) Wie des Näheren der Gedankengang beschaffen ist, durch welchen wir überhaupt aus der „Regelmässigkeit“ auf „Nothwendigkeit“ schliessen, ist ausgeführt in meiner Logik, § 76 „Causalurtheile und Causalschlüsse“.

**) „Wissen ist evident gewisses Urtheilen.“ Logik § 54. — Wir kommen auf die Frage nach blosser Wahrscheinlichkeit oder durch Gewissheit inducierter Urteile unten (S. 98, Anm.) noch einmal zurück.

als indem man zu der noch tiefer vordringenden Frage Stellung nimmt, zwischen was im Falle der „Naturnothwendigkeit" die α-Rel. bestehend gedacht wird. Die Frage geht verloren für jeden, der auch in der Denknothwendigkeit nur einen psychologischen Zwang u. dgl. sieht. Wir aber fragen jetzt um das Bestehen einer so echten Nothwendigkeit zwischen „Dingen", wie wir sie in ihrer ganzen Strenge im Falle der logischen Nothwendigkeit zwischen „Gedanken" kennen — wir fragen, ob die α-Rel. ebensogut, wie sie z. B. zwischen der Wahrheit eines bejahenden und der Falschheit des entsprechenden verneinenden Urteils nun einmal besteht*), auch z. B. zwischen der Energie der Lage eines Steines im Kraftfelde der Erde zusammen mit der „Auslösung" einerseits, dem Eintritt der Fallbewegung des Steines andrerseits bestehend gedacht werden dürfe. Und auf die so zugespitzte Frage antworte ich mit Ja.

Es kommt mir nicht zu, an dieser Stelle dieses Ja noch weiter zu begründen; dies bleibe der zweiten Ausgabe der Relationstheorie Meinong's vorbehalten. Wenigstens zu dieser Vorverweisung glaube ich mich aber dadurch berechtigt, dass ich auf mehrere Zweifel, welche ich noch vor wenigen Jahren dagegen hegte, ob ebensogut ‚objective Nothwendigkeit" anzunehmen sei, wie z. B. „objective Gleichheit", von meinem Freunde die kurze Mitteilung empfing, dass er Bedenken gleicher Richtung, welche noch in der ersten Ausgabe seiner Relationstheorie sich geltend machten, inzwischen überwinden gelernt habe. Ob und inwieweit, was mir seither für objective Nothwendigkeit zu sprechen scheint, sich mit Meinong's Gründen decken werde, ist mir gegenwärtig noch unbekannt.**) — Nicht jene Antwort

*) Gleichviel, ob der einzelne Denkende oder Gedankenlose nicht doch einmal inconsequent oder blödsinnig genug ist, dem Satze des Widerspruchs zuwider psychologisch wirklich zu urteilen. Ob dies auch nur psychologisch möglich ist, steht bekanntlich noch in Frage.

**) Einschlägiges, nicht speciell über das „Bestehen" von Nothwendigkeits-Relationen, wohl aber über das von Relationen überhaupt, bringt die nach Abschluss obiger Darstellung erschienene Abhandlung von Meinong „Ueber Gegenstände höherer Ordnung und deren Verhältnis zur inneren Wahrnehmung" (Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. S., Bd. XXI, namentlich Abschnitt 6, „Reale und ideale Gegenstände", S. 198 ff.; ib.: „Die Aehnlichkeit existirt nicht, aber sie besteht"; S. 198, dass bei „vier Nüssen die Vierheit nicht sozusagen noch als ein besonderes Stück Wirklichkeit neben den Nüssen existiren kann." — Schon diese Beispiele dürften erkennen lassen, dass es sich in dem den Relationen und Complexionen zuerkannten „Bestehen" nicht um ein Ueberspannen eines realistischen „Standpunktes" handeln soll.

„Ja“ auf die zugespitzte Fragestellung nach der generell gleichartigen Natur der Denk- und Naturnothwendigkeit kann also einstweilen für den Leser dieser Zeilen irgendwie von Gewicht sein; umso dringender aber möchte ich die Fragestellung selbst der Erwägung Aller ans Herz gelegt haben, welche sich irgendwie mit der Frage der Denk- und Naturnothwendigkeit beschäftigen und welche speciell die letztere als einen Kern des Causalbegriffes entweder ausdrücklich behaupten oder ausdrücklich leugnen. — —

Auf alle Fälle steigt der Begriff der „Natur“-Nothwendigkeit so tief aus dem erkenntnistheoretischen in das metaphysische Gebiet hinab, dass, wo einmal eingewurzelter Abscheu gegen Metaphysik besteht, auch die sonnenklarsten Gründe für solche metaphysische Nothwendigkeit schwerlich so bald das Vertrauen erwecken werden, sie könnten auch die Dunkel jener Tiefen durchleuchten. Es sei daher behufs Isolirung der Schwierigkeiten eine Art Vermittelungsvorschlag erlaubt: unterscheiden und trennen wir wenigstens für den Augenblick „Naturnothwendigkeit“ und „objective Nothwendigkeit“, welche weniger als jene, und doch mehr als blosse „Denknothwendigkeit“ besagen soll. Ich wähle zu diesem Behufe ein Gebiet, für welches die am meisten bedenklich scheinende Schwierigkeit, nämlich wie die Nothwendigkeits-Relation zwischen „Dingen“ selbst (das Wort nach Belieben im allerweitesten Sinne oder für „Dinge an sich“ oder für „Körper“, „Sachen“, „Substanzen“ genommen) bestehen solle, ganz ausgeschaltet ist. Es handle sich nämlich um eine Nothwendigkeitsbeziehung zwischen Zahlen; denn Zahlen sind, wenn auch ganz offenbar nicht bloss „Namen“, so doch gewiss auch nicht sogleich „Dinge“. Es wird nun den Meisten nicht schwer fallen, mir zuzugestehen, dass sich der Behauptung, zwischen Zahlen gebe es „objective“ Nothwendigkeitsbeziehungen, ein bestimmter vernünftiger Sinn abgewinnen lasse: und in diesem und nur in diesem Sinne will ich für den Augenblick von Nothwendigkeits-Relation gesprochen haben. Längst ist man ja in der Arithmetik gewöhnt, von nothwendigen Beziehungen im Gegensatz zu bloss zufälligen zu sprechen; und insbesondere die Zahlentheorie *)

*) Ich hatte in meiner Logik S. 219 folgendes Beispiel angeführt: „Einer der fruchtbarsten Sätze der Zahlentheorie, der FERMAT'sche Satz, sagt: Wenn p eine beliebige Primzahl, a eine beliebige Zahl mit Ausnahme der Vielfachen von p bedeutet, so giebt die Division $a^{p-1}:p$ immer den Rest 1. Dieser Satz ist von FERMAT durch Induction gefunden worden, und erst mehr als 100 Jahre später gelang es, ihn allgemein zu beweisen.“ — Die historische Richtigkeit dieses

ist ein noch heute ergiebiges Feld für diese Unterscheidung. Man glaubt, eine Gesetzmässigkeit gefunden zu haben; sie bestätigte sich z. B. in Sachen einer vermutheten Teilbarkeits- oder Primzahlen-

---

Beispiels wurde u. a. bestätigt durch HEINRICH SUTER, Gesch. d, mathem. Wissenschaften 1875, II. Teil, S. 10. Dagegen scheint sie einigermassen in Zweifel gestellt durch folgende Stelle aus CANTOR, Gesch. d. Mathem., Bd. II, S. 708: „Unter dem 18. October 1640 schrieb FERMAT: „„Jede Primzahl theile unfehlbar den um 1 verminderten Betrag etc.““ Nach CANTOR bliebe es also wenigstens möglich, dass schon von FERMAT selbst der Satz $a^{p-1} \equiv 1$ (mod. p) sogleich streng bewiesen worden sei. Wenn hiermit dieses Beispiel zweifelhaft ist, so fehlt es, wie mir Herr Dr. v. STERNECK bestätigt, durchaus nicht an gleichartigen Beispielen. So nach CANTOR a. a. O. S. 205: „„Es ist ganz unmöglich, einen Cubus in zwei Cuben, ein Biquadrat in zwei Biquadrate und allgemein irgend eine Potenz ausser dem Quadrate in zwei Potenzen von demselben Exponenten zu zerfällen. Hiefür habe ich einen wahrhaft wunderbaren Beweis entdeckt, aber der Rand ist zu schmal, ihn zu fassen.““ Dieser Satz, welchem seine zufällige Stellung als Randnote (einer Diophant-Ausgabe von 1670) den ersten Platz in unserem Berichte anweist, ist zugleich der berühmteste von allen, welche die Wissenschaft FERMAT verdankt. Wie es sich mit jenem wirklichen oder vermeintlichen Beweise FERMAT's verhielt, gehört zu den unlösbaren Räthseln. Nur sehr allmählich ist es verschiedenen hervorragenden Zahlentheoretikern (EULER, DIRICHLET, KUMMER) gelungen, die Wahrheit des Satzes festzustellen. Sie benutzten dazu Beweismittel, welche FERMAT zuverlässig nicht in seiner Gewalt hatte.“ — Charakteristisch ist ein anderes Beispiel dafür, dass FERMAT den Sicherheitsgrad seiner Entdeckungen gelegentlich übertrieben dargestellt hat. So sagt er von seiner Vermuthung, dass $2^{2^k} + 1$ immer eine Primzahl sei: „Es ist eine Eigenschaft, für deren Wahrheit ich einstehe. Der Beweis ist sehr unangenehm, und ich bekenne, dass ich ihn noch nicht vollständig zu erledigen imstande war.“ Hier war aber nicht nur der Beweis nicht gefunden, sondern der Satz selbst falsch, indem $2^{32} + 1$ durch 461 theilbar ist (wie ich in meiner Logik a. a. O. nach DROBISCH angeführt habe). Vgl. CANTOR a. a. O., Bd. II, S. 709.

Als neuere Beispiele teilt mir Herr Dr. v. STERNECK die folgenden mit: 1) GOLDBACH's Satz: „Jede gerade Zahl . . lässt sich als Summe zweier Primzahlen darstellen. Ein Beweis dieses Satzes ist bis jetzt nicht gelungen, empirisch ist er durch HAUSSNER bis 10 000 geprüft worden.

2) Durch Induction wurde von MERTENS die folgende Beziehung gefunden: Bezeichnet man mit $\mu(n)$ eine Function, welche $+1$ ist, wenn n das Product einer geraden Anzahl verschiedener Primzahlen ist, und $= -1$, wenn n das Product einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen ist, welche ferner für jedes n, das durch irgend ein Quadrat (>1) teilbar ist (also nicht aus lauter verschiedenen Primfactoren besteht) $= 0$ ist, so besteht die Relation

$$\left| \sum_{n=1}^{n=k} \mu(n) \right| < \sqrt{k},$$

d. h. die Summe der Functionswerte μ bis zu einer beliebigen Grenze k ist dem Zahlenwerte nach (vom Vorzeichen abgesehen) kleiner als $\sqrt{k}$. — Vor zwei

Regel in 10, in 100 Fällen, aber im 11. oder 101. Falle versagt sie nun doch; dann war jenes 10- oder 100malige Zusammentreffen ein „Zufall", und wir lassen die Sache auf sich beruhen. Findet sich dagegen die *instantia contraria* nicht, haben wir aber auch noch keinen Beweis für das vermuthete Bestehen der Relation erbracht — nun dann befinden wir uns eben noch im Stadium der *inductio per enumerationem simplicem* und verspüren alle diejenige Unbefriedigung, welche schon Bacon gekennzeichnet hat, indem er eine solche *„inductio res puerilis"* nannte. Was fehlt hier noch? Nicht mehr und nicht weniger als die Einsicht in die „Nothwendigkeit" des Bestehens der vermutheten Relation oder, was nicht dasselbe ist, aber meist auf dasselbe hinauskommt, die Einsicht in das Bestehen einer Nothwendigkeits-Relation. Und aufzuzeigen, dass sie besteht, falls sie besteht, das ist die Aufgabe des „Beweises" für die Richtigkeit jener Vermuthung. So wenig auch der erklärteste Empirist die „Beweise" in der Arithmetik für überflüssig erklären wird, so wenig darf er das Bestehen von Nothwendigkeits-Relationen zwischen Zahlen leugnen. — Da mir alles darauf ankommt, diese wie jede andere erkenntnistheoretische Erwägung aus den verdächtigen Regionen grösserer oder geringerer „Allgemeinheiten" bis herab auf den concreten Boden des Thatsächlichen zu verfolgen, so bitte ich den Leser, sich möglichst lebhaft in die Lage des sozusagen auf halbem Wege zu einer zahlentheoretischen Entdeckung Stehenden zu versetzen. In diesem Stadium, wo er den Beweis nicht kennt (und vielleicht niemand ihn kennt), existiert für ihn eine psychologische „Denk"-Nothwendigkeit noch nicht (wie immer man sich übrigens Denknothwendigkeiten psychologisch ausmalen mag, als Evidenz, Zwang oder sonstwie). Ob sie und als was sie aber während dieses Interregnums besteht, werden wir am stärksten inne, wenn wir sie zu verfechten haben gegen die, wie ich glaube, übervorsichtige These, auch 5000 inducirende Fälle (wie die, dass sich alle geraden Zahlen bis 10 000 haben in zwei Primzahl-Summanden zerlegen lassen) beweisen gar nichts, können auch nicht die leiseste berechtigte Vermuthung begründen, dass auch die nächste untersuchte Zahl dieselbe Eigenschaft zeigen werde; und wenn sie sie uns doch zeigt, so hätten wir davon so überrascht (— oder lieber nicht überrascht — getreu einem logischen *nil admirari?*)

Jahren habe ich [Sterneck] den Satz bis zur Grenze 150 000 geprüft (Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Bd. 106) und lasse jetzt die Rechnung fortsetzen. Ein Beweis dieses Satzes wäre für die moderne Zahlentheorie von grösster Tragweite, scheint aber mit unseren jetzt bekannten Hilfsmitteln nicht möglich zu sein."

zu sein, wie wenn Nichts vorausgegangen wäre. Jeder, der in der Ablehnung von Wahrscheinlichkeiten, evidenten Wahrscheinlichkeiten, aus einer *inductio simplex* nicht so weit geht, hat an seinen eigenen Erwartungen das psychologische Material in sich, an dem er seine Vorstellungen von „objectiver Nothwendigkeit" lebendig vorfindet und sie nun je nach Neigung und Befähigung noch näher erkenntnistheoretisch analysiren mag: — wenigstens diese Vorstellungen von mehr als bloss zwischen Vorstellungen bestehenden α-Relationen wird er aber auf keinen Fall mehr los.

Und ist so das Bestehen von objectiven Nothwendigkeiten an dem Beispiel der Zahlen als wenigstens „denkbar" festgestellt, so wird man auch gegen das Bestehen von Nothwendigkeit zwischen realeren Dingen, als es Zahlen sind, wenigstens nicht mehr kurzweg und in jedem Sinne seine „Undenkbarkeit" behaupten dürfen. — Der positiven erkenntnistheoretischen und metaphysischen Arbeit bleiben auch von da ab noch genug nähere Präcisirungen des Problems. So, inwieweit wir uns doch von den aussergedanklichen Fundamenten, zwischen denen eine solche Relation bestehen soll, Vorstellungen machen müssen; ob es eine Causalität zwischen Dingen an sich geben kann (was ja Kant durch seinen Begriff des „Afficirens" zuzugeben inconsequent genug war) u. s. f. — Es fällt mir nicht ein, den physikalischen Leser hier noch zum Mitgehen einzuladen. Nur viel weniger als solche Metaphysik der Causalität — bloss ein von Widersprüchen freier Begriff der Causalität und seines Kernes, der Nothwendigkeit, musste ja gegenüber den Angriffen auf den Causalbegriff als Bestandtheil des Kraftbegriffes hier gesichert werden. — Ich fasse das hiefür Beigebrachte kurz zusammen:

Verursachung*) oder Wirken ist eine besondere Art von Relation, nämlich eine Nothwendigkeitsbeziehung zwischen Realitäten von gewisser Art**).

---

*) Ich sage hier „Verursachung", nicht „Ursache"; denn nur erstere ist die Relation selbst, „Ursache" dagegen ihr eines Fundament, ihr „Vorderglied". Ebenso ist „Wirkung" ihr „Hinterglied" (beides im Hinblick auf die Nichtumkehrbarkeit der α-Rel.). „Verursachung" und „Wirken" (Bewirkung) sind gegenstandsgleiche Begriffe; ihrem Inhalte nach unterscheiden sie sich dadurch, dass sie dieselbe α-Rel. einmal vom Standpunkte des Vordergliedes, das anderemal von dem des Hintergliedes bezeichnen.

**) Alle nähere Analyse des Causalbegriffes hat es wesentlich mit der Sonderart dieser Relations-Fundamente zu thun. Gewöhnlich wird Veränderung als das charakteristischeste der Elemente, auf welche die Analyse des Causalbegriffs führt, genannt. Auch in meiner Logik (§ 27) bildete die Aufzeigung dieses Ver-

Anthropomorphistische Elemente, speciell Wollen und Streben, sind sowohl jener Relation wie ihren Gliedern in keiner Weise wesentlich.

Ich darf diese Erörterungen über den Begriff der Kraft nicht schliessen ohne einige Worte über den der Energie, dessen Beziehung zum Kraft-Begriff schon oben (S. 30) und zwar zunächst nur nach der terminologischen Seite, gestreift worden ist. Ueber die Beziehung dieses Begriffes zu unserer KANT-Schrift ist allerdings nur soviel zu sagen, dass KANT die energetischen Gedanken, welche auch schon vor unserem Jahrhundert des Energie-Principes die Mechanik, vor allem die GALILEI's, aufgewiesen hatte, gegenüber der NEWTON'schen Kraft-Mechanik nicht weiter beachtet hat, als in der kurzen Stelle S. 78 gegen die „lebendigen Kräfte". KANT bedient sich hier noch desselben Argumentes gegen das LEIBNIZ'sche Kraftmaass $m c^2$ zu Gunsten des DESCARTES'schen $m c$ [„ . . **die Grösse der Wirkung in der gegebenen Zeit . . kann doch allein das Maass einer . . Bewegung sein** . . "], wie in der 39 Jahre älteren Erstlingsschrift „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte" (1747). — Vgl. z. B. Ausgabe Hartenstein (1867), I. Bd., S. 176.

Wenn oben (S. 27), hoffentlich nicht ungerecht hart, dem KANT'schen Kraft-Begriff vorgeworfen worden ist, dass er der aus der Mode gekommenen Vorstellung physikalischer „Fluida" bedenklich

---

änderungselementes die erste Station in der Analyse des Causalbegriffes, das der Nothwendigkeit die zweite. Eben gegen jenes erste Element bin ich aber seither bedenklich geworden, wie ich zu Ende des § 17 meiner Psychologie „Die metaphysischen Theorien von den Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Leib und Seele" (s. Sonderausgabe), unter Hinweis namentlich auf MACH'sche physikalische Beispiele eingestanden habe. — Ich möchte im vorliegenden Zusammenhange darauf aufmerksam machen, dass speciell für den Causalbegriff in der Mechanik das Moment der Veränderung und Succession ganz besonders in Gefahr kommt durch die Thatsache der nicht bloss kinetischen, sondern auch statischen Wirkungen von Kräften. Bekanntlich hat KANT (Kr. d. r. V. ed. Kehrbach, S. 191) durch sein Beispiel von der Kugel, welche in das Kissen ein Grübchen drückt, an diese Schwierigkeit des auf Veränderung gemünzten Causalbegriffes gerührt. Wären einmal die statischen Wirkungen von Kräften, die mechanischen Spannungen, s. o. S. 33, als eine ganze grosse, den „Bewegungen" coordinirte Classe mechanischer Phänomene, voll gewürdigt, so würde man jenes Beispiel von der Kugel und dem Grübchen jedenfalls nicht mehr als eine blosse mehr oder weniger leicht hinwegzuerklärende Ausnahme von der Regel, dass der Causalbegriff auf offenkundige Veränderungen gehe, behandeln dürfen.

nahe stehe, so muss nunmehr constatirt werden, dass seltsamer Weise auch der noch immer allermodernste Begriff der Energie sich seinerseits ebenfalls nicht immer von solchen „Fluidum"-Vorstellungen oder nicht viel Besserem freigehalten hat.*) Und etwa gar von „Umwandlung" der Energie aus einer Form in eine andere und von ihrer „Erhaltung" trotz „Umwandlung" nicht zu sprechen, möchte leicht wie ein völliger Verzicht auf die unermessliche Fruchtbarkeit des Energiebegriffes erscheinen.

Als in den ersten Berichten über Ostwald's bekannten Vortrag**) verlautete, er habe aus der Naturwissenschaft die „Materie" eliminirt, drängte sich mir das Wort auf die Lippen: „Ist nicht schade um sie". Der Wortlaut des Vortrages selbst schliesst es aber nicht aus, dass im Grunde doch nur die Energie in die Aemter jener Materie eingesetzt, dass sie zur Materie gemacht worden sei.***)

*) Als drastisches Beispiel ist mir in Erinnerung geblieben, wie zu einer Zeit, da der Gedanke der „Kraftübertragung" noch lange nicht so eingelebt war wie heute, nämlich auf der elektrischen Ausstellung Wien 1883, bei einer aus zahlreichen Verbindungen von allerlei arbeiterzeugenden und arbeitverbrauchenden Maschinen zusammengestellten Gruppe der Demonstrator der verblüfft horchenden Menge mit anschaulichster Bestimmtheit versicherte, dass er bei dieser Kurbel (an einer Dynamomaschine) „Arbeit hineinstecke", die dann durch diese Drähte zu diesen, durch jene Drähte zu jenen Zwischen-Apparaten fliesse und endlich an dem letzten Modell einer elektrischen Eisenbahn oder an einer dafür eingeschalteten Glühlampe „als Arbeit wieder herauskomme". Wohlgemerkt — überall war hier von der Arbeit selbst, nicht von der Arbeitsfähigkeit = Energie die Rede. Vielleicht hätte das etwas minder verständlich geklungen, wäre aber, weil der Wahrheit näher kommend, jedenfalls verständlicher gewesen. — Vom „Wandern" der Energie aus einem System in ein anderes hört man nun gewiss auch heute nicht nur in schief populären Darstellungen sprechen; ist es aber nicht immer noch zu populär, zu anschaulich?

**) Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Vortrag, gehalten in der dritten allgemeinen Sitzung der Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Lübeck am 20. September 1895 von WILHELM OSTWALD, Professor der Chemie an der Universität Leipzig. Leipzig, Verlag von Veit & Comp., 1895.

***) Ich gründe diesen Vorwurf nicht auf folgende Stellen: „. . Die Energie muss doch einen Träger haben. Ich aber frage dagegen: warum? Wenn alles, was wir von der Aussenwelt erfahren, deren Energieverhältnisse sind, welchen Grund haben wir, in eben dieser Aussenwelt etwas anzunehmen, wovon wir nie etwas erfahren haben? Ja, hat man mir geantwortet, die Energie ist doch nur etwas Gedachtes, ein Abstractum, während die Materie das Wirkliche ist. Ich erwidere: Umgekehrt! Die Materie ist ein Gedankending, das wir uns, ziemlich unvollkommen, construirt haben, um das Dauernde im Wechsel der Erscheinungen darzustellen. Nun wir zu begreifen anfangen, dass das Wirkliche, d. h. das, was

Lässt sich dies vermeiden? Ich glaube ja: wenn man, ehe man zu irgend einer substanziellen Vorstellung von Energie greift oder

---

auf uns wirkt, nur die Energie ist, haben wir zu prüfen, in welchem Verhältnis die beiden Begriffe stehen, und das Ergebnis ist unzweifelhaft, dass das Prädicat der Realität nur der Energie zugesprochen werden kann.. Es entdeckte MAYER in der Energie die allgemeinste Invariante, welche das ganze Gebiet der physischen Kräfte beherrscht. — Mit dem blossen Merkmal, eine Invariante zu sein, ist der Begriff der Substanz gewiss nicht erschöpft."

Warum ich trotz dieser Vorsichten OSTWALD nicht davon freisprechen kann, dass auch er die Energie substanzialisirt habe, zeigen vielmehr die folgenden Stellen, welche vielleicht nur eine dem Verf. unwesentlich scheinende Laxheit des Ausdruckes enthalten, vielleicht aber doch auch auf eine tiefer sitzende Unklarheit hinweisen. S. 26 lesen wir die correcte Formulirung: „Die Sinneswerkzeuge reagiren auf Energie-Unterschiede zwischen ihnen und der Umgebung." Mit Bezug hierauf heisst es aber dann S. 28: „Was wir empfinden, sind, wie schon betont, Unterschiede der Energie-Zustände gegen unsere Sinnesapparate, und daher ist es gleichgiltig, ob der Stock gegen uns, oder wir uns gegen den Stock bewegen." Was ich hier beanstande, ist die Behauptung, dass wir „Unterschiede der Energie-Zustände .. empfinden." Es ist das sicherlich nicht minder falsch (oder zum mindesten ein wahrer Gedanke sehr schief ausgedrückt), wie wenn man sonst sagen hört: „Was wir beim Hören empfinden, sind Schwingungen der Luftmoleküle" — denn nicht Schwingungen empfinden, hören wir, sondern Töne; oder: „Was wir empfinden, sind die Stösse der Gasmoleküle gegen unsere Haut" — denn nicht diese empfinden wir, sondern einen bestimmten Wärmegrad. — Da nun unvermeidlich die Sinnesqualitäten, so wie wir sie empfinden, auseinander gehalten werden müssen von dem, was diesen Bewusstseinsinhalten als physischer (oder metaphysischer) Erreger entspricht, und OSTWALD daher nicht ernstlich meinen kann, dass die infolge des Stockschlages empfundene Druckqualität mit der Energie identisch sei, so ist auch er gegen den Wortlaut der letzteren Stelle genöthigt, die Energie „hinter" die Sinnesqualität zu verlegen, wie der besonnene Materialist die „Schwingungen" als „das allein eigentlich Reale" nur „hinter" die auch ihm zunächst psychisch gegebenen Töne, Farben, verlegte. Und so wie nun, wer um LOCKE's Bedenken gegen eine ihre „Inhärenzen" tragende „Substanz" sich nicht kümmerte, sonst die „Materie" als das der allein phänomenalen Farbe, Härte „Zugrundeliegende", *sub-stans,* dachte, so denkt auch OSTWALD, wenn er sich näher prüft, der Farbe, der Härte seine Energien „zu Grunde liegend", substitirend". — Oder nicht seine Energien, sondern „die Energie"; ebenso wie der der naiven Objectivirung der Sinnesqualitäten freilich längst überlegene Chemiker zwar nicht für die rothen, die blauen, die harten, die weichen Stoffe immer eigene Substanzen annimmt, sondern womöglich nur „die eine Urmaterie" (nach PROUST), von der schon der Wasserstoff eine höchst complicirte allotrope Modification ist. Aber wie diese (unter die von OSTWALD als „materialistisch" bekämpfte Auffassung fallende) Vorstellung trotz aller sonstigen theoretischen Verfeinerung des Gedankens eines Urgrundstoffes den naiven Substanzgedanken doch nicht losgeworden ist, so auch nicht der Gedanke der „einen Energie".

auch nur Nebengedanken an solche erregt, zuerst in aller Klarheit die Beziehung des Energie- zum Causal-Begriff aufdeckt. Es ist dies in planmässiger Weise geschehen von VOLKMANN in dem Aufsatz: Naturwissenschaft und Causalität.*) Ich möchte mir indess gestatten, hier einige Gedanken, welche sich mir unabhängig von VOLKMANN's Darstellung seit langem aus gleichzeitiger Beschäftigung mit dem Causal-

---

Was nun schliesslich den Vorwurf des „Materialismus" betrifft, welchen OSTWALD schon im Titel seines Schriftchens gegen die kinetisch-atomistische Theorie erhebt, so liesse sich dieser auch gegen die von OSTWALD empfohlene Form der Energetik erheben. Ich sage, er liesse sich erheben, möchte aber vielmehr empfohlen haben, das Wort „Materialismus" mit Rücksicht auf den in ihm enthaltenen Vorwurf lieber ganz zu vermeiden. Also nur um zu zeigen, dass beide Theorien, als rein physikalische gefasst, den Vorwurf gleich wenig verdienen, weise ich auf den Punkt hin, von welchem angefangen sie ihn gleich sehr verdienen würden: es ist derjenige „Standpunkt", auf welchem ein Naturforscher mit der „Materie" oder der „Energie" als alleinigem „wirklich Realen" auskommen zu können meint und nicht auch das Psychische als mindestens ebenso real, sondern höchstens als „Wirklichkeiten zweiter Güte" will gelten lassen. —

Nachträglich finde ich eine der obigen Beanstandung des Ostwald'schen Satzes dass wir „Unterschiede der Energie-Zustände . . empfinden", zumteil ähnliche Beanstandung in dem Schriftchen von WOLFG. PAULI „Über physikalisch-chemische Methoden und Probleme in der Medicin" (Wien, 1900, S. 12): „Wir empfinden die auf unser Sinnesorgan übertragene Energie nicht unmittelbar. Was wir empfinden, sind nur die Zustandsänderungen in unseren Sinnesnerven, eine Erkenntnis, die zurückgeht bis auf DESCARTES und, wie JOHANNES MÜLLER erwähnt, andeutungsweise schon bei PLATO angeführt ist."

Nach Obigem kann ich nur dem ersten, negativen Satze beistimmen, nicht dem zweiten, welcher anklingt an JOHANNES MÜLLER berühmtes, aber psychologisch mehr als unhaltbares Wort „Wir empfinden unsere eigene Netzhaut". „Empfinden" hiesse hier speciell „Sehen". Aber wer hat schon seine eigene Netzhaut gesehen (— zu bemerken: sie, die Netzhaut, selbst — nicht etwa ein Spiegel- oder Linsenbild vor ihr). Einige monströse Consequenzen davon, dass JOHANNES MÜLLERS Satz gleichwohl mehrmals buchstäblich genommen wurde, so von UEBERWEG, habe ich gesammelt in meiner Psychologie, S. 286.

*) Ztschr. Himmel u. Erde, VIII. Jahrg. 1896. Hier nur z. B. die Anmerkung 2, S. 347: „Ich sehe den Vorzug der MAYER'schen Energetik, abgesehen davon, dass sie nicht ausschliesslich auf Fernkräfte zurückgeht, in der Verwerthung und Ausnutzung des Begriffes Auslösung und dem consequenten Gebrauche des Wortes Ursache." — Volkmann weist später (S. 357) darauf hin, dass in den Sachregistern zu MAYER's Schriften sich zahlreiche Hinweise unter dem Stichworte „Ursache und Wirkung" finden, nicht aber das Wort Causalität; umgekehrt im Sachregister bei HELMHOLTZ das Wort Causalität, nicht aber Ursache. Ueber die hiermit von Volkmann urgirte Unterscheidung von Ursache und Causalität muss auf die Abhandlung selbst verwiesen werden. Hier nur der ganz im Sinne obiger Ausführung betonte Satz, dass schon bei Auslösungsvorgängen . . „die vermeintliche eine Ursache etwas sehr zusammengesetztes ist, ein Complex von Ursachen."

problem und der physikalischen Energetik aufgedrängt haben, ohne Eingehen auf zahlreiche verwandte gelegentliche Ausführungen innerhalb der philosophischen und physikalischen Litteratur insoweit anzudeuten, als sie Ergänzungen zu den obigen Ausführungen über Kraft, Theilursache und Ursache darstellen.

Auch für Energie ist das *genus proximum* zweifellos „Teilursache"; ist ja schon in der herkömmlichen Definition: „Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten" (welche Definition auch von Solchen nicht verschmäht zu werden pflegt, welche sonst die physikalischen Grössen nur durch mathematische Formeln, z. B. die lebendige Kraft durch $\frac{1}{2}mv^2$, „definiren"), durch das *genus proximum* „Fähigkeit" dieser Charakter einer blossen Teilursache viel deutlicher und richtiger bezeichnet, als bei der herkömmlichen Definition der Kraft als „Ursache" einer Bewegung. Worin sich nun die beiden Begriffe Kraft (im Sinne von mg) und Energie bei Gemeinsamkeit ihres bloss dispositionellen Charakters unterscheiden, das ist das Correlat*) dieser Disposition. Für die Kraft sind es die actuellen Vorgänge bzw. Zustände von Beschleunigung und mechanischer Spannung, für Energie die mannigfaltigen „Formen" von „Arbeit". Beschränken wir uns fürs erste auf die mechanische Arbeit ($A = ps$), so ist diese ein Vorgang, der den Blick von sich selbst, dem „Arbeiten", auf die „Umgebung" (in dem unten, S. 85 näher zu erörternden besonderen Sinne — also hier:) auf die durch die Arbeit zu überwindenden „Widerstände" und die die Arbeit leistenden „Kräfte" im Ganzen noch entschiedener hinlenkt, als es die Erscheinungen der Beschleunigung oder der Spannung für sich thun.**)

---

*) Dieses Wort hier im Sinne des allgemeinen Satzes verwendet: „Jede Disposition besitzt ein actuelles Correlat." —

Während des Druckes schreibt mir MEINONG: „Streng genommen ist Fähigkeit und Disposition nie selbst Teilursache. Doch hat etwas Fähigkeit vermöge einer Eigenschaft, die Teilursache ist. Ebenso bei Disposition. In der Dispositions-Theorie rede ich daher nicht nur von Dispositions-Correlat, sondern auch von Dispositions-Grundlage."

**) Die psychologischen Gründe für diese sozusagen grössere Popularität, auch des physischen Arbeitsbegriffes als eines solchen, der die causale Ausdeutung der phoronomischen und tononomischen Thatsachen noch näher legt und ungezwungener durchzuführen erlaubt, als die soviel missbrauchte vorwissenschaftliche „Kraft"-Vorstellung, würden sich unschwer im einzelnen noch viel ausführlicher aufzeigen lassen, als ich es in der Monographie „Psychische Arbeit" gelegentlich gethan habe. Speciell der dort (a. a. O. S. 226 ff., S. 125 des Sonder-Abdruckes) von mir aufgezeigte Primat des Begriffes der psychischen gegenüber dem jeder Art von physischer „Arbeit" gehört sicherlich mit

Ist dann das Denken einmal von den den Arbeitsbegriff nach seiner phänomenalen Seite constituirenden Erscheinungselementen (dem „Spannungs-Factor“ und dem „Weg-Factor“, sowie ihrem Zusammengehen, d. h. der zwischen ihnen bestehenden Complexionsform) auf deren Ursachen gelenkt, so ist es nur die ins Einzelne und Concrete gehende physikalische Erfahrung, welche die möglichen verschiedenen Ursachen der gleichen Arbeits-Wirkung als qualitativ sehr mannigfaltige aufdeckt, und welche insbesondere auch die zahlenmässigen „Aequivalenzen“, nicht nur der (dispositionellen) Energie und der (actuellen) Arbeit (nach dem Satze von der Maasszahlengleichheit der kategorialen und der correlativen phänomenalen Quanta, s. o. S. 35), sondern auch der qualitativ verschiedenen Energien unter einander, der mannigfachen „Fähigkeiten“ zu ein und derselben Arbeit, aufzeigt. — Nirgends gewinnen die hierüber gesammelten Erfahrungsthatsachen, von der ruhmvollen Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalentes an, an innerer Verständlichkeit durch Hineintragen irgend einer Substanz-Vorstellung in den Energie-Begriff; nirgends aber kann dieser Begriff dagegen auch seine Natur als blosse nähere Determination des Ursachbegriffes als „abgeleiteter Causal-Begriff“*) auch nur dem Namen nach verleugnen. — Bedarf dies noch eines Nachweises, so sei auf den unverkennbaren Parallelismus hingewiesen, welcher zwischen dem der Energetik so wesentlichen Begriff der „Auslösung“ und dem Begriff der „letzten“ (d. h. hier nicht etwa: in metaphysische Tiefen vordringen wollenden, sondern einfach:) completirenden Teilursache besteht. Dieser letzten Teilursache stehen die übrigen Teilursachen, die relativ bleibenden Teilbedingungen, gegenüber, und ebenso der Auslösung die auszulösende Energie selbst. — Wie nun der Ursachbegriff ein so weiter ist, dass Ursachen, besser Teilursachen, gleichgut „Dinge“, Eigenschaften, Vorgänge, Zustände, ja ohne weiteres auch Relationen selbst sein können, so ist auch der Energiebegriff so weit, dass es schliesslich keine Classe von Qualitäten gab, auf die dieser Begriff nicht Anwendung gefunden hätte. Hier also liegt die Wurzel der praktisch so gut bewährten und theoretisch

---

zu den „Wurzeln“ nicht nur des „Satzes“, sondern schon des Begriffes der mechanischen, allgemeiner jeder physikalischen, chemischen und physiologischen Arbeit.

*) Vgl. meine Logik, § 27. — Anstatt dieses Terminus hat MEINONG später (Phantasievorst. u. Phantasie, S. 218) „determinierte oder angewandte Causalvorstellungen“ empfohlen.

doch selten ohne eine Art Geheimthuerei dargestellten Begriffe „verschiedener Energieformen“, ihrer „Umwandlung“ in einander und ihrer „Erhaltung“ trotz der Umwandlung. Auch dieser physikalisch sicherlich tadellose Aequivalenzgedanke ist nur eine concrete Ausgestaltung eines allgemein ontologischen Gedankens: dass nämlich dieselbe Wirkung durch verschiedene Gruppirungen von Teilursachen zustande gebracht werden können.

Indem ich so auf die ontologischen Obersätze hinweise, fällt es mir nicht ein, die Untersätze, d. h. die einzelnen empirischen Feststellungen zum allgemeinen und zu den speciellen Energiesätzen aus dem physikalischen Gebiet ins metaphysische verlegen zu wollen. Aber wenn die Subsumption der physikalisch-concreten Vorstellung von „Energien“ unter die ontologisch-allgemeine der „Ursache“ auch nur möglich ist, so ist sie eben hiemit für eine Betrachtung, die neben den Untersätzen auch die Obersätze in Erwägung zieht, auch schon als unvermeidlich erwiesen. — Eine vielleicht praktische Lehre hieraus könnte die sein, dass, wie man den Kraftbegriff aus der Physik zu eliminiren versucht hatte, weil für seinen Oberbegriff, den Ursachbegriff, die genügend competente Inhaltsbestimmung zu fehlen schien, es auch eines Tages dem Energiebegriffe ergehen könnte; beiden Begriffen freilich mit gleichem Unrecht. Oder vielleicht gerade dem Energiebegriff nicht ganz mit Unrecht, wenn man sich an den oben (S. 30) aufgezeigten, im Terminus „Energie“ liegenden groben Anthropomorphismus hielte. Eine Betrachtung freilich, die die Namen nach den Dingen, nicht umgekehrt bestimmt, wird mit gleich gutem Gewissen den Kraft-, wie den Energie-, wie den Ursach-Begriff allen Anstürmen gegenüber festzuhalten wagen.

Zu dem besonders reichen Inhalt des Zweiten Hauptstückes der Kant'schen Schrift im Folgenden nur noch einzelne Bemerkungen.

Zum Begriffe der „Undurchdringlichkeit.“

Vielleicht von allen Anregungen der Kant'schen Schrift ist am meisten auch bei den Physikern durchgedrungen die Eliminirung der „Undurchdringlichkeit“, nämlich ihre Zurückführung auf

„abstossende Kräfte“. So sagt MACH*): „Man kann einfach sagen, dass bei Entfernung der Teile eines Körpers Anziehungskräfte, bei Annäherung dieser Teile Abstossungskräfte wirksam werden. Bei genügend inniger Berührung können sich diese Kräfte auch zwischen den Teilen verschiedener Körper äussern. — Die sogenannte Eigenschaft der Undurchdringlichkeit beruht auf den erwähnten Abstossungskräften. Der Raum, den ein Körper einnimmt, ist nicht durchaus unveränderlich; derselbe kann auch durch den Druck anderer Körper verkleinert werden, die widerstehenden Kräfte wachsen aber mit dieser Verkleinerung. Der Ausdruck „Undurchdringlichkeit“ enthält nur eine ungenaue Umschreibung dieser Thatsache.“

Unter den Begründungen, welche KANT seiner Ablehnung des Undurchdringlichkeitsbegriffes giebt, sind die Worte (S. 35) berühmt geworden: **„Der Satz des Widerspruches treibt keine Materie zurück.“** Ein glänzender Satz — aber doch mehr blendend als erleuchtend. Ebenso gut könnten wir ja sagen: Der Satz $ps = \frac{1}{2} mv^2$ treibt keine Locomotive vorwärts. Aber wir können ja nicht einmal sagen, der Pythagoreische Satz macht, dass $a^2 + b^2 = c^2$. Ueberall kann es sich ja doch nur darum handeln, ob ein „Satz“ der adäquate Ausdruck desjenigen unmittelbar oder mittelbar evidenten (evident gewissen oder evident wahrscheinlichen) Urteils sei, durch welches wir ein Dasein oder eine Beziehung vor das Forum unseres Denkens bringen. Also in unserem Falle: Ist der Umstand, dass „zwei Körper nicht zur selben Zeit am selben Ort sein können“, ein „Nichtkönnen“ von derjenigen Art, wie sie der Satz des Widerspruches ausspricht, oder eines von derjenigen Art, nach welcher der Analphabet sagt, dass er nicht lesen und schreiben könne? Allgemein: Besagt die (hier gleichviel, ob analysirte oder unanalysirte, auf „Kräfte“ oder auf was immer sonst „zurückgeführte“ oder nicht restlos zurückführbare) „Undurchdringlichkeit“ eine apriorische oder eine empirische Unmöglichkeit? Ich denke, dass eine dem

*) Naturlehre für Mittelschulen, S. 53. — Natürlich ist die Berufung auf abstossende Kräfte keine abschliessende, sobald diese im Sinne der kinetischen Gastheorie (welche ja MACH nicht anerkennt) den „anziehenden“ nicht coordiniert werden. Freilich müsste, wie oft mit unwiderleglichem Rechte hervorgehoben worden ist, auch die Vorstellung von elastischen oder starren Atomen schliesslich irgendwie wieder mit Vorstellungen von „Undurchdringlichkeit“ oder von „abstossenden Kräften“ ausgestattet werden, damit es überhaupt zu einem „Stoss“ zwischen Atomen oder Molekulen, der die „abstossenden Kräfte“ ersetzen soll, kommen kann.

Probleme auf den Grund gehende Untersuchung von den folgenden Distinctionen Meinong's (Relationstheorie a. a. O. S. 100 [670]) würde ausgehen müssen: „Wir haben bisher die Verträglichkeitsrelationen, wie früher die Vergleichungsverhältnisse, bloss mit Rücksicht auf die Vorstellungen von physischen und psychischen Zuständen in Betracht gezogen; doch sind auch von dieser Relationsclasse, wie von der ersten, Substanzvorstellungen nicht ausgeschlossen. Ich glaube als Beleg hierfür auf die geradezu schlagende Evidenz hinweisen zu dürfen, die sich bei philosophisch nicht reflectirenden Menschen einzustellen pflegt, wenn sie auf das physikalische Gesetz der Undurchdringlichkeit zuerst aufmerksam werden. Auch Locke hat dieser Evidenz Ausdruck gegeben, indem er das Urteil: zwei Körper können nicht Einen Raum einnehmen, unter die wenigen Fälle allgemeinen Wissens über Coexistenz rechnet; und von diesem Standpunkte aus ist es ganz zwecklos, daneben noch eine besondere Sensationsidee der „Solidität" zu statuiren, wie Locke es thut. Nichts kann das Verfehlte des Versuches, Undurchdringlichkeit auf Solidität zu stützen, die Vorstellung der Solidität aber von dem Widerstande herzuleiten, „den wir bei jedem Körper gegenüber dem Eindringen eines andern Körpers auf seinem Platz antreffen", besser beleuchten, als Locke's eigene Bemerkung, dass der Diamant um nichts solider sei als Wasser. Es handelt sich eben hier nicht um Etwas, was Gegenstand einer Empfindung sein kann, sondern um die einfache Unverträglichkeit zweier qualitativ determinirter Körpervorstellungen unter Voraussetzung gleichen Orts- und Zeitdatums. Freilich ist dies aber nur eine Angelegenheit der Phänomene und nicht der Dinge; und bloss, wenn diese sich deckten, könnte das Gesetz der Undurchdringlichkeit ohne weiteres als eine allgemein formulirte Unverträglichkeitsbehauptung bezeichnet werden. In Wahrheit sind die Dinge, von denen das physikalische Gesetz doch gelten will, erst unter Vermittlung des Causalverhältnisses zu erreichen, und es bleibt zu untersuchen, ob und in welchen Grenzen Unverträglichkeit der Wirkungen auf Unverträglichkeit der Ursachen oder Teilursachen zurückweist." — Das hier angeregte Problem ist verwandt mit dem, auf welches wir uns S. 56 geführt sahen: Ob zwischen „Dingen an sich" Causalität bestehen könne. Es genüge hier wie dort, das metaphysische Restproblem als solches festgestellt zu haben.

Zum Begriffe des Atoms.

Eine andere physikalische Hauptfrage, in welcher Kant's Schrift einflussreich geworden ist, betrifft die Atomistik. Durch seinen Lehrsatz IV **„Die Materie ist ins Unendliche teilbar und zwar in Teile, deren jeder wiederum Materie ist“** (S. 40), sowie durch die Anmerkung S. 41, in welcher er der „monadistischen“ (= atomistischen) die „dynamische“ (= antiatomistische) Theorie der Raumerfüllung entgegenstellt, ist Kant zum Wortführer der nichtatomistischen Minorität unter den Naturforschern und Naturphilosophen des XIX. Jahrhunderts geworden. Nicht alle Kantianer haben sich ihm hierin angeschlossen. So unternimmt es Kurt Lasswitz in „Atomistik und Kriticismus“, geradezu aus den Principien des „Kriticismus“ die Atomistik sogar *a priori* zu beweisen. Im Folgenden soll weder auf solche Versuche für und gegen eingegangen, noch sollen solche gar neuerlich gewagt werden. Ganz anderes scheint gegenwärtig in dieser alten Streitsache nothzuthun; ich erlaube mir, was ich meine, durch ein mich überraschendes Erlebnis der jüngsten Tage zu erläutern. In einer geselligen Zusammenkunft mehrerer Privatdocenten der Universität Wien, darunter eine Majorität von Physikern, dann Chemiker, Meteorologen und Philosophen, kam das Gespräch auf die Atomistik. Alle bis auf einen Philosophen erklärten sich aufs Unbedingteste von der Atomistik überzeugt. Als aber der Philosoph um die Definition, oder noch lieber um die Beschreibung eines Anschauungsbildes von einem Atom bat und die Meinung vertrat, dass das Zerteiltsein der Materie in „letzte Teilchen“ wenigstens nicht *a priori* einleuchte, wurde (mit allen gegen eine Stimme, welche aus der Verdichtbarkeit allein schon einen giltigen Schluss auf leere Zwischenräume zwischen den Stofftheilchen ziehen zu können glaubte) versichert, dass die Atomistik im gegenwärtigen Sinne gar nichts mehr gegen die stetige Erfüllung des Raumes habe. Nur nicht homogen dürfe die Raumerfüllung sein, sondern sie müsse gegliedert sein durch Wirbel oder Schwingungsknoten*) oder sonst irgend periodisch auftretende, ausgezeichnete

*) Schon vor fünfzehn Jahren habe ich mit Freunden (und einmal auch mit einem berühmten Physiker) die Möglichkeit besprochen, der eigentlichen Stütze der chemischen Atomtheorie, DALTON's „Gesetz der multiplen Proportionen“, dadurch eine andere Deutung als durch das Anhäufen von 2, 3, 4, 5 .. gleichen Kügelchen oder dgl. zu geben, dass man an harmonische Partialschwingungen denkt, die ja auch an diese Zahlenreihe 2, 3, 4, 5 .. gebunden sind. Schwingungen einer Saite, die sich nicht auf diese Zahlen zurückführen lassen,

Stellen innerhalb des raumerfüllenden Etwas. — Ich gestehe, dass mich dieses unser Gespräch lebhaft erinnert hat an jene bekannte Erzählung LOCKE's, nach welcher er durch einen Streit über die „Lebensgeister", während dessen sich herausgestellt hatte, einen wie wenig bestimmten und noch weniger einheitlichen Sinn die einzelnen Streitenden mit jenem übereinstimmend verwendeten Worte verbunden hatten, den ersten Anstoss zu seiner analytischen Psychologie, dem „Versuch über menschlichen Verstand" empfangen habe. — Der Leser der KANT'schen Schrift kann sich gewiss nur zu doppelt kritischer Prüfung von KANT's Argumenten gegen die einstige Atomistik angeregt fühlen, wenn er sich vorhält, dass dies gar nicht mehr die Atomistik unserer jungen Physiker sei. — KANT, der sich nur gegen die discontinuierlichen Atome wendet, stände hier auf Seite der neuesten, von FARADAY, THOMSON, KIRCHHOFF u. A. eingeleiteten Wendung des Denkens über „Atome". Ob diese gegenüber dem älteren Atombegriff physikalisch im Rechte ist, wäre die erste, hier natürlich nicht einmal nach Wahrscheinlichkeiten abzuwägende Vorfrage dafür, ob dereinst noch die Physik dem Eintreten KANT's für die Stetigkeit der Materie sozusagen physikalische Anregungen zu verdanken haben wird. — Eine philosophische Anregung zur näheren psychologischen und logischen Analyse des herkömmlichen dogmatischen Atom-Begriffes bringen uns die Seiten 40—45 gewiss, wenn sie auch noch soviel physikalisch Anfechtbares enthalten sollten.

---

bilden keine stabilen Bewegungszustände; so könnten auch nur Stoffpaare, die nach jenen Zahlen zusammengesetzt sind, feste Verbindungen geben, dagegen variable Mischungen in allen anderen Verhältnissen. — Ich weiss nicht, inwieweit eine solche (hier nur als Beispiel für die Möglichkeit des Waltens ganzer Zahlen auch in stetiger Materie angeführte) Vorstellung in der theoretischen Chemie schon näher durchgearbeitet worden ist. In einer Abhandlung, die ein mir übrigens unbekannter italienischer Chemiker mir vor etwa einem Jahrzehnt zuzusenden die Freundlichkeit hatte, schien mir sich die Uebereinstimmung darauf zu beschränken, dass im Titel ebenfalls von Schwingungsknoten die Rede war.

Zum Dritten Hauptstück: Mechanik.

(S. 75—92.)

Das Dritte Hauptstück geht aus von einer Definition der Masse (Erklärung 2, S. 76) und schliesst daran ein erstes, zweites und drittes Gesetz der Mechanik (S. 80—84).

Ganz äusserlich genommen erinnert das an unser gegenwärtiges System der Mechanik, indem auch für dieses der Begriff der Masse den Ausgangspunkt bildet (gemäss dem GAUSS'schen absoluten oder physikalischen Maasssystem im Gegensatz zum terrestrischen oder technischen, welches von der Kraft ausgeht). Und die drei mechanischen Gesetze erinnern an die drei *leges motus* NEWTON'S. Aber was KANT sein Erstes mechanisches Gesetz nennt, das der Erhaltung der Masse, wird heute überhaupt nicht als ein Princip der Mechanik behandelt, sondern pflegt erst in der Chemie seine systematische Erwähnung zu finden. Seit der Aufstellung des Gesetzes der „Erhaltung der Kraft" haben freilich auch viele Physiker einen Parallelismus zum Gesetz der „Erhaltung der Materie oder der Masse" herzustellen versucht. Aber das hatte doch immer einen leisen Beigeschmack von derjenigen Naturphilosophie, auf die man in Kreisen der Physiker nicht allzuviel hält. Und vollends für diejenige modernste energetische Auffassung, welche im Begriff der Energie einen Ersatz für den Begriff der Materie gefunden zu haben glaubt (vgl. oben S. 58), kann von einer Parallelisirung überhaupt nicht mehr die Rede sein.

Ueber das Verhältnis der KANT'schen Fassung des Massen-Begriffes zu demjenigen, was diesen Begriff noch heute für die systematische Mechanik zu einem Problem macht, sogleich unten (S. 69—78) einiges Nähere. — Was dagegen die drei „Gesetze der Mechanik" betrifft, so fehlt unter ihnen dasjenige, welches man heute meist als Ersatz der zweiten *lex motus* NEWTON'S einzusetzen pflegt: das Unabhängigkeitsprincip. — Statt einer gleich-

mässigen Erörterung der drei von Kant angeführten Gesetze der Mechanik wird angesichts der gegenwärtigen lebhaften litterarischen Bewegung in Sachen des Trägheitsgesetzes eine umso eingehendere, wenn auch freilich nicht erschöpfende Betrachtung der hier schwebenden Streitfragen am Platze sein. — Vorerst also:

Zum Massen-Begriff.

Vor allem dürfte an der sprachlichen Wendung: „Eine Materie wirke in Masse" (S. 76), auf welche Kant wesentlichen Ton legt, in der gegenwärtigen Sprechweise der Mechanik die angefügte Bestimmung „in Masse" wohl überhaupt nicht mehr wesentlich und geläufig sein; wir werden also von ihr im Weiteren absehen. Was nach Weglassung dieser Wortverbindung aus der Kant'schen Definition der Masse übrig bleibt, lautet: **„Die Quantität der Materie .. heisst die Masse."** Die Nebenbestimmung, welche ich hier nicht mit reproducirt habe, nämlich „.. die Menge des Beweglichen ..", findet ihre schärfere Formulirung in dem sofort folgenden Lehrsatz (S. 76):

„Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit jeder anderen nur durch die Quantität der Bewegung bei gegebener Geschwindigkeit geschätzt werden."

Sehen wir ab von dem beigegebenen Beweis: (S. 76) „Die Materie ist ins Unendliche teilbar" etc., welcher Beweis nur im Hinblick auf die oben erwähnte Nebenbedeutung „in Masse wirken" Zusammenhang mit der übrigen Betrachtung gewinnt, so darf gesagt werden, dass sich Kant's Massenbegriff sehr nahe berührt mit demjenigen Massenbegriff, welcher gegenwärtig als der wesentlichste Fortschritt gegenüber Newton's Definition der Masse fast allgemein angenommen ist. In Newton's Definition: „Masse = Quantität der Materie", wird (ganz abgesehen von der oft gerügten Forderung, diese Quantität durch das Product aus Volumen und Dichte zu messen, wo doch Dichte — heute wenigstens — nicht anders als durch den Quotienten aus Masse und Volumen definirt zu werden pflegt) die Unbestimmtheit des Ausdruckes „Quantität der Materie" beanstandet. Man ist gegenwärtig darüber einig, dass es eine ganze Reihe von Merkmalen sein kann, nach welcher diese „Quantität" bemessen wird: Volumen, Gewicht, chemische Wirkungsfähigkeit u. s. f. — welche, weil es z. B. zur Verbindung mit verschiedenen anderen Stoffen sehr verschiedener Mengen eines und desselben Stoffes bedarf, sogar ein sehr gutes Beispiel für die Relativität des Quantitätsbegriffes bilden u. s. f.

Ausführlich und lichtvoll ist diese Relativität des Massenbegriffes u. a. in MAXWELL's Stoff und Bewegung Artikel XLVI dargestellt.

Wenn aber auch nach dieser Richtung die Acten über den Wortlaut von NEWTON's Definition (— es wurde neuestens mehrmals, so von VOLKMANN und POSKE aufmerksam gemacht, dass es wohl gar keine eigentliche „Definition" hat sein sollen) geschlossen sind, so sind sie es doch nicht über eine ganze Reihe zum mindesten ebenfalls formeller, wahrscheinlich aber auch noch sehr sachlicher Fragen nach einer allseits befriedigenden Definition des mechanischen Begriffes „Masse". Ja wer nicht metaphysische Betrachtungen *a limine* abweist, wird, wenn überhaupt, so durch den Massenbegriff sich immer wieder vor die metaphysischen Probleme der „Substanz" und des „Dinges" geführt sehen. Wer ihnen ausweichen will, muss die Masse als „Eigenschaft" auffassen. Nicht in dem Sinne, als ob dabei durch das Wort „Eigen"-schaft doch wieder implicite ein Hinweis auf eine Substanz, dem jene „eigen" ist, gegeben wäre (gemäss dem Satze „*Attributa sunt suppositorum*", von dem EDMUND PFLEIDERER wieder jüngst fragte, ob er nur ein jahrtausend altes Vorurteil sei); sondern nach der antimetaphysischen oder ametaphysischen Fassung des Massenbegriffes wäre Masse nur ebenso ein wahrnehmbarer Vorstellungsinhalt, wie die Sinnesphänomene, Farbe oder Wärme, bei denen es zum mindesten nicht unerlässlich ist, sie als „Accidentia" einer „Substanz" aufzufassen, indem sie sich ja sozusagen als „Eigenschaften an sich", unabhängig von jedem Gedanken an ein „Ding an sich", denken lassen. In diesem ametaphysischen Sinne also sei „Masse" für den Physiker ausschliesslich die Eigenschaft, vermöge deren ein Körper (auch dieses Wort nur in phänomenalem Sinne genommen) Beschleunigungen erteilt und empfängt (beides ebenfalls causallos); wobei in letzter Hinsicht die Masse vielleicht am schärfsten als Beschleunigungscapacität*) definirt werden könnte (ein

*) In dem oben angeführten Vortrage definirt OSTWALD die „Masse" als „die Capacität für Bewegungsenergie" (S. 28).

Ich hatte in der Monographie „Psychische Arbeit" (Ztschr. f. Psychol. und Physiol. d. Sinnesorgane, 1894, VIII. Bd., S. 163 [S. 62 der Sonderausgabe]) darauf hingewiesen, dass man ebensogut, wie man zu „definiren" pflegt $m = \frac{p}{g}$, auch „definiren" könnte $m = \frac{A - A_0}{{}^1/_2 v^2 - {}^1/_2 v_0^2}$ In der einen wie in der anderen Form trifft die Form des Quotienten zusammen mit der für eine „Dichte" $D = \frac{M}{V}$, wo V als das die Masse M „in sich Fassende" gedacht ist. — Ueber die Erweiterung des Dichtebegriffes, vermöge deren er sich geradezu mit dem einen der beiden

Körper hat eine grosse Masse, wenn an ihm eine gegebene Kraft eine kleine Beschleunigung hervorbringt — ebenso wie ein Conductor grosse Capacität hat, wenn er bei gegebener Ladung ein kleines Potenzial erhält).

Sieht man sich aber nun ein wenig um über die thatsächliche Verwendung, welche das Wort Masse bei den maassgebendsten Physikern der Gegenwart findet, so zeigt sich an derjenigen Stelle des Systems, wo sozusagen officiell die Massendefinition versucht wird, allerdings ein unverkennbares Bestreben, mit einer Eigenschaftsdefinition (wie wir kurz sagen wollen) das Auslang zu finden. Im ganzen weiteren Lehrgange aber hören wir doch alsbald wieder von „Massen“ sprechen, die einander anziehen, die auf einander stossen, wo deutlich genug die anziehenden, die stossenden Körper selbst kurz — oder nur abkürzend? — als „die Massen“ bezeichnet werden. So sind namentlich auch die „verborgenen Massen“, mit welchen HERTZ an Stelle der „Kräfte“ auszukommen sucht, unverkennbar als Körper gedacht — — es dürfte schwer sein, auch für diese „Massen“ mit der MACH'schen Definition $m/m' = -\varphi'/\varphi$ so das Auslangen zu finden, dass die von HERTZ beabsichtigte Einführung einer dritten Grösse „Masse“ (neben Raum und Zeit) statt der dritten und vierten („Kraft“) noch ihren Zweck erfüllt. Natürlich gilt das Gesagte wie von den „verborgenen“ Massen auch von den „grob sinnlichen“ nach HERTZ. — Ja auch in Abschnitten, welche gar nichts mit Beschleunigungen zu thun haben, stellen sich Wort und Begriff „Masse“ als vorläufig noch unentbehrlich heraus. So in der RICHMANN'schen Regel für Mischungstemperaturen $u = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$. Hier müsste zum mindesten vorher der Begriff der „thermischen Masse“*) im Gegensatz zur „mechanischen Masse“ eingeführt sein.

Typen von „Dimensionen“, dem „divisiven Typus“, deckt, vgl. meine Abhandlung „Die abgeleiteten physikalischen Grössen und ihre Dimensionen“, Ztschr. f. d. physikalischen Unterricht, XII. Jahrg., 1899, S. 23.

*) Um ein jüngst vernommenes Missverständnis auszuschliessen, hebe ich hervor, dass oben mit „thermische Masse“ nicht das Product aus der mechanischen Masse und der specifischen Wärme (der Wasserwert) gemeint sei, sondern nur die Masse selbst, bei der der ausdrückliche Zusatz „thermisch“ nur noch besonders aufmerksam machen soll, wie sehr es eine Erfahrungsthatsache für sich ist, dass in der „Wärmemenge“ (welcher Begriff nach MACH ja erst im Hinblick auf Ausgleichungsvorgänge nach RICHMANN's Regel nebst der durch BOERHAVE's, FAHRENHEIT's, BLACK's Beobachtungen nothwendig gewordene Er-

Indem ich diese Begriffsschwankungen — nicht tadle, natürlich auch nicht lobe, sondern einfach — constatire, legt sich die Vermuthung nahe, dass Wort und Begriff „Masse“ vielleicht doch Denkbedürfnissen, und zwar nicht unberechtigten, entsprechen, welche durch die künstliche Schaffung der Eigenschaftsdefinition nicht ihre volle Befriedigung finden. Gesetzt dies sei so, wäre dann bei einer künftigen Revision des Begriffssystemes der Physik einer Rehabilitirung des Substanz-Begriffes das Wort zu sprechen? — Meinong that einmal gegen mich die kurze Aeusserung, wer sich bei „Substanz“ nichts denken könne, habe damit noch nicht den Ding-Begriff verworfen. In der That steht der Begriff des Dinges, der *res*, zu dem des „Realen“ ungekünstelt in so nahem Verhältnis, dass wir eine Realität bestimmter Art, an deren Existenz zu glauben wir anderweitig Grund haben, auch dann noch mit dem bequemen Namen „Ding“ bezeichnen dürfen, wenn wir einer Stellungnahme zum Problem der Kategorien und speciell zur Kategorie der Substanz noch so vorsichtig ausweichen wollen. „Ding“ ist dann ein ebenso zutreffender Name für den empirischen Begriff des „Körpers“ wie für den transcendentalen Begriff des „Dinges an sich“. Und dabei ist der Begriff des Dinges doch wieder nicht etwa so vag, dass man es nicht als eine unerlaubte Erweiterung empfände, auch noch das Abendroth oder die Schwere oder die Cholera — und hinwieder: das Singen, das Nachdenken ein „Ding“ zu nennen. Ohne sich also auf das Problem einzulassen, inwieweit den sprachlichen Kategorien der Substantiva, Adjectiva und Verba und den correlativen sogenannten logischen Kategorien der Dinge, der Eigenschaften und der Vorgänge und Zustände wirklich völlig scharf abgrenzbare logische Begriffsinhalte oder Begriffsformen (welch letztere ja schliesslich doch auch wieder als irgendwelche „Inhalte“ gedacht werden müssten) entsprechen, wird der Physiker seinem Denken über Massen auch im Sprechen immer noch am treuesten bleiben, wenn er sie nicht

---

weiterung für verschiedene specifische Wärmen den rein thatsächlichen Inhalts gewinnt) die „Masse“ neben (eigentlich anstatt) ihrer mechanischen Rolle ohne weiteres eine thermische Rolle zu übernehmen vermag. Da diese Erfahrungsthatsache durch die Eigenschafts-Definition der Masse geradezu unverständlich wird, während sie durch die Mengen-Annahme verständlich war, so wollte obiges Auseinanderhalten zweier Eigenschafts-Definitionen mittelst zweier besonderen Termini es der Erwägung empfehlen, inwieweit hierin nicht geradezu ein Argument gegen eine bloss phänomenalistische Umprägung des Massen- und weiterhin des Körper-Begriffes liege.

als Eigenschaften (auch nicht als Vorgänge oder Zustände), sondern als Dinge bezeichnet. Und da es immer gut ist, wenn man als *genus proximum* schon den möglichst nahe determinirten Begriff wählt (denn sonst ist es eben kein *genus „proximum“*), so wird es weitaus die ungezwungenste Redeweise sein, unter „Massen“ die Körper selbst zu verstehen, welchen die bei der Messung der Massen jeweilig hervorzuhebende Eigenschaft (Beschleunigungs-, Wärme-Capacität u. s. f.) zukommt. — Oder verzichtet denn etwa auch der in seiner Sprechweise vorsichtigste Physiker darauf, von den in seinem Gewichtsatz aufbewahrten Messing- und Platin-Körpern selbst zu sagen: sie sind die Gramme, die Milligramme? Nach der Eigenschaftsdefinition müsste man sagen: Diese Körper haben Gramme; was ganz ungewohnt klänge. Immerhin soll nicht unbemerkt bleiben, dass auch das ein ungezwungener Sprachgebrauch ist, zu sagen: „Dieser Messingkörper hat eine Masse von 10 gr.“ Was ähnlich klingt, wie: er hat gelbe Farbe oder er hat cylindrische Gestalt, er ist von gelber Farbe u. dgl. — womit Masse sprachlich nun doch wieder auf eine Linie mit Eigenschaften, mit Farbe und Gestalt gestellt erscheint. Aber hier wäre aus der sprachlichen Fügung eine zu bestimmte Anweisung auf diese oder jene gedankliche Formgebung herausgelesen. Sagen wir doch auch z. B. ein Regiment von 4000 Mann, ohne dass das Regiment hiemit als Ding und die 4000 Mann als seine Eigenschaften bezeichnet*) wären.

Angenommen nun, als Masse gelte der Körper selbst, nicht eine seiner Eigenschaften, so würde das durchaus nicht hindern, innerhalb der verschiedenen Capitel der Physik sich bewusst zu werden und zu bleiben, dass uns der Körper einmal nach dieser, einmal nach jener seiner Eigenschaften interessirt; also in der Mechanik als „mechanische Masse“ nach seiner Beschleunigungscapacität, in der Wärmelehre gemäss Richmann's Regel als „thermische Masse“ u. s. f. Und es ist dann zunächst eine blosse Empirie so gut wie jede andere, aber hiemit keineswegs die Wissbegierde nach tieferen Einsichten in sachliche Zusammenhänge ausschliessend, wenn man sich davon über-

*) Die Biegsamkeit oder sagen wir entschiedener: Mehrdeutigkeit der Präposition „von“ kann uns in unserem Falle sogar willkommen sein, indem sie uns den einen Körper „von“ 1000 Gramm ebenso als „aus“ 1000 einzelnen Gramm bestehend zu denken einladet, wie das Regiment aus den 4000 Mann besteht. Eben dieses „Bestehen“ erinnert aber gleichfalls daran, was an der Fassung „Masse = Quantität der Materie = Menge des Stoffes“ nicht zu verwerfen war, obwohl sie einer Ergänzung bedürftig ist.

zeugt, dass zwei Körper, die als mechanische Massen sich nach dem Zahlenverhältnisse 1:m verhalten, auch als thermischen Massen sich wie 1:m verhalten. Dass es dann ein und derselbe Körper ist, welcher sich in zweierlei (und mehrerlei) zunächst heterogenen Erscheinungskreisen in dennoch übereinstimmender Weise als grössenbestimmend erweist, führt jenes Weiterdenken in durchaus gesunder Weise auf Gedanken, welche der Physiker als solcher je nach persönlicher Neigung mitdenken oder deren er sich enthalten mag, ohne den Inhalt seiner Wissenschaft und ihre verständliche Darstellung hiemit zu beeinflussen. Nämlich: Jenes Uebereinstimmen oder Proportionalgehen verschiedener Wirkungen legt eben doch den Gedanken nahe, dass es sich hier um ein Reales handle, das je nach seinem Zusammentreffen mit anderen Teilbedingungen einmal die mechanischen, einmal die thermischen Effecte (und andere) mit verursachen hilft. —

Der Gründlichkeit einer solchen Betrachtung kann es nur nützlich sein, wenn unter den anderen Teilbedingungen auch der specifischen Energien unserer eigenen Sinnesorgane und was mit diesen zusammenhängt, nicht vergessen wird. Wie hoch immer wir aber auch den Einfluss dieser als specifische Energie ausgezeichneten einen subjectiven Teilbedingung für das Auftreten gerade dieser oder jener Sinneserscheinung ansetzen mögen — seine Rolle als eine andere Teilbedingung für das Auftreten bald dieser bald jener Empfindungs-Gattung und -Art hat hiemit der einheitliche „Körper" keineswegs eingebüsst. Nur freilich wird eine solche Betrachtung, welche neben der physikalischen auch die physiologische und die psychologische Seite des Gesammtphänomens und seiner ausserphänomenalen Bedingungen würdigt (— unter die letzteren, nicht unter die „Phänomene" selbst gehören ja auch die specifischen Sinnes-Energien), den „Körper" nicht mehr sammt allen seinen phänomenalen Merkmalen für gleichmässig „real" halten; sondern indem nun alle direct empfundenen „Eigenschaften" als Empfindungsqualitäten erkannt sind, muss die erkenntnistheoretisch gewitzigte Betrachtung von dem „Körper", d. h. von Dem, was der Naive und auch noch der Physiker selbst den Körper nannte, einen ausgiebigen Betrag in Abzug bringen, um wenigstens ein „Ding an sich" des „Körpers" vor dem Aufgehen in subjectiven Sinnesqualitäten zu retten. — „Ganz ohne Realitäten geht es nicht ab"*) — sagt P. Volkmann in seiner Akademie-Abhandlung: „Denken und Sein in der naturwissenschaftlichen Erkenntnis."

*) a. a. O. (vgl. oben S. 48) S. 6 [1108].

Und: „Der Begriff der Dinge an sich, welche hinter der Welt der Erscheinungen liegen, darf keine zu grosse Rolle in der Speculation übernehmen.“*) Gewiss, es ist sogar durchaus räthlich, dass die Speculation über „Dinge an sich“ gar keine Rolle spielt, während man etwa gerade mit dynamischen Grundgleichungen, Wärmemischungen u. dgl. zu thun hat; es ist aber auch mehr als räthlich, dass diese Ametaphysik als schlichte Enthaltsamkeit nirgends den Weg von den Erscheinungen zu den echten Realitäten verschüttet. Und da trifft es sich glücklich, was speciell die Physik der Massen betrifft, dass das tolerante Wort „Ding“ ebenso den Weg offen hält einerseits zum harmlos empirischen Begriff des Körpers, wie anderseits zum unheimlich abstracten Begriff des Dinges an sich. Soll es überhaupt neben der Physik der Massen eine Metaphysik der Massen geben, so wird diese auch „hinter“ den Massen so gut (oder dank der physikalisch constatirten Wiederkehr „derselben“ Masse innerhalb verschiedener Phänomenenkreise sogar noch etwas besser) als hinter manchen anderen Erscheinungen ein dem Gramm-Körper entsprechendes Ding an sich suchen (hinter dem Kilogramm-Körper wahrscheinlich ein „anderes“ Ding an sich — das man sich freilich noch lange nicht als aus 1000 „Gramm-Dingen-an-sich“ bestehend denken darf). Und sie würde über diese Dinge an sich sogar noch etwas mehr als gar nichts auszusprechen wissen, nämlich wenigstens nicht weniger, als dass das „Ding an sich“ des phänomenalen Gramm-Körpers auch noch nach der „kritischesten“, wenn nur eben nicht rein idealistischen Betrachtung eine der realen Theilbedingungen für die jenem „empirischen“ Gramm-Körper (im Unterschiede z. B. zu dem einen Kilogramm-Körper) eigenthümlichen physikalischen Erscheinungen sei. — Zusammenfassend also:

Ich glaube, man könnte den physikalischen Begriff „Masse“ so fassen, dass einerseits von der gegenwärtigen Ergänzung der Definition als „Quantität der Materie“ mittelst der näheren Bestimmung, welches der mehreren an einem und demselbem Körper unterscheidbaren quantitativen Merkmale gemeint sei — nämlich die Grösse der „Beharrung“ oder die „Beschleunigungscapacität“ —, nichts aufgegeben wird, und anderseits doch auch dem strengsten physikalischen Denken gestattet bleibt, dem natürlichen Denken insofern nahe zu bleiben, als man zum *genus proximum* des Massenbegriffes nicht „Eigenschaft“ macht, sondern „Ding“, und zwar „Körper“ belässt. Man könnte dann von der in

*) ib.

der dynamischen Grundgleichung p = mg gemessenen Masse sagen: Eine Masse von 1 Gramm ist derjenige Körper, welcher unter der Spannung von 1 Dyn eine Beschleunigung von 1 cm sec^{-2} („ein Accel") erhält; wobei unter „Dyn" die Einheit nicht für die „Kraft" im eigentlichen, ausserphänomenalen Sinne, sondern im phänomenalen, also Dyn = Spannungseinheit (tononomische Einheit), verstanden sein müsste.*)

---

*) Da das Dyn selbst erst durch Berufung auf das Gramm definirt wird, so scheint für das absolute Maasssystem obige Definition eine arge Zirkeldefinition. Dennoch ist nicht nur durch obige Beschränkung des Begriffes „Dyn" auf Spannungen formell der Zirkel ausgeschlossen, sondern es entspricht sogar sachlich jene Definition im Grunde dem wirklichen, selbst durch das absolute Maasssystem nicht ausser Kraft gesetzten Gedankengang, gemäss welchem wirklich der Spannungsbegriff logisch primär gegenüber dem Massenbegriff bleibt. Hierüber einstweilen nur soviel, dass nach dem oben (S. 35) über das Verhältnis kategorialer und phänomenaler Quanta Gesagten, vor allem auch bei der logischen Analyse aller Gedanken, die der Feststellung des Gramm als Masseneinheit vorausgehen, als das zu den phoronomischen Einheiten des cm und der sec sowie der Beschleunigungseinheit cm sec -2 hinzukommende dritte Element, die tononomische Einheit, sich herausstellen würde. Wohl bemerkt, bei einer logischen Analyse: denn es wird Niemand physikalisch empfehlen, statt des Normalkörpers, dem Pariser *Kilogramme prototype*, der nicht minder im terrestrischen als im absoluten Maasssystem den Ausgangspunkt für alle dynamischen Grössenangaben bildet, etwa eine „Normalspirale" anzufertigen und aufzubewahren, welche, bei bestimmter Stahlsorte, Dicke, Länge, Windungsweite u. s. f. um ein Bestimmtes verlängert, die „Spannung 1" giebt. Aber gleichviel, ob wir von Elasticität oder von der handsameren Schwerkraft ausgehen — immer verlassen wir uns (kraft eines Gedankenganges, der als der eigentlich gemeinte, wenn auch keineswegs immer deutlich ausgesprochene Sinn der Grundgleichung der Dynamik p = mg unschwer explicite darzustellen wäre) darauf, dass zwei Körper, die uns der Mechaniker als geaichte Grammkörper verkauft, vor allem deshalb wirklich „gleiche Massen" darstellen, weil an ihnen „dieselbe Kraft" dieselbe Beschleunigung hervorbringen würde; oder phänomenal ausgedrückt: weil sie unter dieselben Spannungsverhältnisse gebracht, dieselben Beschleunigungen annehmen (— wobei sich der Gedankengang allerdings überall dort noch mannigfach complicirt, wo uns, wie bei kosmischen Massen, nur die Beschleunigungs-, nicht die Spannungs-Verhältnisse mehr oder minder unmittelbar „wahrnehmbar" sind.)

Dass dieser Gedankengang, welchen ich schon in dem Aufsatze „Einige Bemerkungen über das C. S. G. - System im Unterricht" (Ztschr. für den physikalischen u. chem. Unterr., Berlin, XI. Jahrg. 1898, S. 79) angedeutet habe und welchen ich für eine auf die phänomenalen Grundlagen des Massenbegriffes dringende psychologische und logische Analyse für unabweislich halte, auch physikalisch correct und insbesondere dem durch das absolute Maasssystem gesicherten Fortschritt nicht zuwider sei, dafür bürgt mir der wesentlich gleiche

Mit dieser Belassung der *genus proximum* „Körper" ist die tiefer gehende Aufgabe, innerhalb dieses Begriffes die phänomenalen Elemente gegen die kategorischen reinlich abzugrenzen und insbesondere der ersteren in erschöpfender psychologischer Analyse sich bewusst zu werden, keineswegs ausgeschlossen — nur ist eben diese Aufgabe nicht der Physik als solcher aufgebürdet, sondern sie wird ihr durch die Psychologie als solche und, was die kategorialen Elemente betrifft, durch die Erkenntnistheorie (Transcendentalphilosophie) und nöthigenfalls durch die Metaphysik abzunehmen sein. — Die Physik als solche setzt in dieser Sache auf alle Fälle erst ein beim „Normalkörper", der ja in jedem Maasssystem, ob in einem altassyrischen oder römischen, ob im metrischen, neben den geometrischen und phoronomischen Einheiten für Länge und Zeit die Pforte zu den dynamischen Thatsachen bildet; u. zw. auch im metrischen System z. B. das Pariser *Kilogramme prototype* ganz gleicherweise, ob man von der sicht- und greifbaren „Thatsache" dieses Körpers aus sodann gedanklich den ersten Schritt zu einer Kraft-Einheit (auch das metrische System war ja anfänglich als ein terrestrisches, nicht als ein absolutes gedacht) oder zu einer Massen-Einheit thun will. Die psychologische Analyse derjenigen Gedanken, welche der Physiker denkt und denken muss, damit er fünfzig, hundert Jahre nach der Herstellung und Einführung jenes Normalkörpers den ihm als solchen vorgezeigten Platin-Iridium-Würfel als den echten, unbeschädigten anerkenne, führt ja freilich auf Vorstellungs- und Urteilselemente, die

---

Gedankengang in MAXWELL's „Stoff und Bewegung", wie schon die Reihenfolge der Artikel des dritten Abschnittes „Kraft und Masse" zeigt, nämlich: In Art. XXXVII, XXXVIII und XXXIX zunächst Feststellungen über die eine „dynamische Einwirkung" [so übersetzt FLEISCHL „*stress*"] bei der gegenseitigen Einwirkung zweier Körper; sodann in Art. XL bis XLIV NEWTON's erstes und zweites Bewegungsgesetz, sodann im Art. XLV „Definition der Begriffe „„Gleiche Massen und gleiche Kräfte"" zuerst „die Annahme, dass es möglich ist, die Kraft, welche zwischen zwei Körpern wirkt, zu verschiedenen Malen in gleicher Intensität herzustellen"; wobei diese Kraft durch die „Spannung" eines Kautschukstranges realisirt wird. Und hierauf erst in Art. XLVI: „Maass der Masse". Also ist auch bei MAXWELL die Kraft primär gegenüber der Masse. — Ja selbst bei MACH's berühmter Massendefinition, welche die Kraft ganz auszuschalten scheint, indem sie sich nur an das Verhältnis der Beschleunigungen φ_1 und φ_2 hält und definirt $\frac{m_1}{m_2} = -\frac{\varphi_1}{\varphi_2}$, ist die stillschweigende Voraussetzung, dass es eine und dieselbe Kraft sei, mit welcher m_1 auf m_2 und m_2 auf m_1 einwirkt (z. B. beim Kreisen zweier Massen umeinander); wie dies nach MACH eben durch das Gegenwirkungsprincip, zu dem so der Massenbegriff in nächste Beziehung gesetzt ist, gewährleistet wird.

eine an's Komische streifende Mannigfaltigkeit und Complication aufweisen: z. B. ob in der Zwischenzeit der Körper wirklich durch verlässliche Schlüssel, Diener u. s. f. so sicher aufbewahrt gewesen sei, dass nichts vom Platin habe abgeschabt werden können; oder näherliegende: ob nicht Schmutzflecke von wägbarer Masse sich auf dem Körper zeigen, ob sonst chemisch noch alles an ihm in Ordnung sei, was weiterhin auf die Gedanken der möglichen chemischen Reagentien führt; ebenso auf die der Thermometer, Barometer für die Reductionen auf den luftleeren Raum u. dgl. m. — So sähe die rein phänomenalistische Summirung aller „Empfindungs"- und sonstigen psychischen Elemente aus, aus denen sich die Vorstellung vom Normalkörper als solche zusammensetzt. Ob aber dieser — genauer: sein „Ding an sich" — nicht doch selber noch etwas vor, während und ausserhalb dieser Gedanken und ohne diese — „ist"?

Zum Trägheitsgesetz.

„Alle Veränderung der Materie hat eine äussere Ursache" (S. 82). Zu dieser Formulirung, welche Kant dem Trägheitsgesetz giebt, ist vor allem zu bemerken, dass die unmittelbar folgende nach Newton, welche durch die Klammern den Anschein einer ihr gleichwertigen, höchstens sie näher erläutern sollenden erhält, jener ersteren gewiss nicht inhaltsgleich ist. Es ist in dem alten und, wie wir sehen werden, heute noch nicht ausgetragenen Streite um die erkenntnistheoretische Rolle des Trägheitsgesetzes, insbesondere um sein Verhältnis zum Causalgesetz, oft und mit zweifellosem Rechte hervorgehoben worden, dass der sehr abstracte Begriff „Veränderung (der Materie)" nie errathen liesse, dass es sich just um das „Verändern" der zwei ganz bestimmten Merkmale einer Bewegung: Geschwindigkeit und Richtung, handle. Vollends mit der Auslegung aber, welche Kant in der Anmerkung S. 83 seinem Begriff der Trägheit giebt, wonach diese die „Leblosigkeit" der Materie besage: **„Alle Materie ist als solche leblos. Das sagt der Satz der Trägheit und nicht mehr"**, wüsste die gegenwärtige Physik wohl überhaupt kaum mehr etwas anzufangen. Gewiss stand es Kant frei, diesen Satz als sein Trägheitsgesetz zu bezeichnen; es stand ihm aber nicht zu, durch jene Beifügung in Klammern den Schein zu erwecken, als habe dann jenes Kant'sche mit dem Newton'schen Gesetz noch irgend etwas zu schaffen. — Nicht immer scheint man bei dem oft rühmend citirten Satz (S. 83): **„Auf dem Gesetz der Trägheit . . beruht die Möglichkeit einer**

eigentlichen Naturwissenschaft ganz und gar", dieser Incongruenz des KANT'schen und des physikalischen Sinnes sich bewusst geblieben zu sein.

Was den Beweis, welchen KANT für sein Trägheitsgesetz giebt, betrifft, so liegt sein Nerv ganz in dem Satze: **„Die Materie hat keine schlechthin inneren Bestimmungen und Bestimmungsgründe."** Der Beweis aus diesem Satze wäre dann freilich nicht nur ein apriorischer, sondern der Satz würde ein analytisches*) Urteil *a priori*, wogegen nach KANT's Absicht die „reine Naturwissenschaft" so gut wie die Mathematik aus synthetischen Urtheilen *a priori* zu bestehen hätte. Aber sogar wenn sich diese Incongruenz zwischen dem von KANT Gewollten und Erreichten sollte weginterpretiren lassen, so ist doch sicher, dass sich wieder das von KANT als dem seinigen angeblich äquivalent eingeschobene NEWTON'sche Gesetz der Erhaltung von Richtung und Geschwindigkeit aus dem blossen Begriffe „innere Bestimmung und Bestimmungsgründe" u. dgl. — sogar wenn man nicht schon den Begriff „Inneres" beanstandet — auf keine Art bloss logisch, „analytisch" oder sonst irgendwie *a priori* ableiten lässt.

Nicht uninteressant dürfte es sein und dem Philosophen in den Augen der Physiker vielleicht zur Entschuldigung gereichen, dass auch MAXWELL (Stoff und Bewegung Art. XVI) für eine ähnliche Wendung bei DESCARTES immerhin nicht nur Worte der Entschuldigung, sondern sogar des Lobes findet. Es heisst daselbst: „In ganz klarer Weise verkündet CARTESIUS die Haupteigenschaft der Materie in seinem „„Ersten Gesetz der Natur"" (Princip., II, 37): „„Dass jedes einzelne Ding, soweit es an ihm liegt, in seinem Zustande verharrt, sei es nun in Ruhe oder in Bewegung"". — Wir [MAXWELL] werden bei Besprechung von NEWTON's Bewegungsgesetzen sehen, dass in den Worten: „soweit es an ihm liegt", die wirkliche Haupteigenschaft der Materie und das wahre Maass ihrer Menge ausgedrückt ist. CARTESIUS jedoch gelangte nie zu einem vollen Verständnis seiner eigenen Worte *(quantum in se est)* und verfiel wieder in seine ursprüngliche Verwechslung von Materie und Raum." — Hier steht das „soweit es an ihm liegt" *(so far as in it lies)* dem KANT'schen Begriffe der „inneren Bestimmungsgründe" jedenfalls nicht allzu ferne.

*) Noch um einen Grad schlimmer — und dann freilich so schlimm als möglich — stünde es um KANT's Trägheitsgesetz und seinen Beweis, wenn dieser — „das „„Trägheitsgesetz"" vielmehr voraussetzt"; wie POSKE in der unten (S. 84 ff.) eingehend zu besprechenden Abhandlung findet, ib. S. 386.

Aber auch in demjenigen, was für uns hier die Hauptsache sein muss, nämlich in der Frage, ob und inwieweit das (so correct als möglich formulirte) Trägheitsgesetz überhaupt dem Apriori zugänglich ist, ist gerade Maxwell's Stellung zum Trägheitsgesetze eine in mehreren Beziehungen höchst lehrreiche. Maxwell legt seiner Darstellung die Formulirungen der drei *leges motus* von Newton zu Grunde (erst später in Artikel LXV gibt er „eine präcisere Fassung des ersten und zweiten Bewegungsgesetzes“ auf Grund des Begriffes „Massenmittelpunkt“). — Wir müssen Maxwell's Fassung im Wortlaute anführen, da genau an ihn sich die Entscheidung zu halten haben wird, inwieweit Maxwell ein apriorisches Trägheitsgesetz gelehrt hat: „Art. XLI. Das erste Gesetz der Bewegung. — 1. Gesetz: Jeder Körper verharrt in seinem Zustande von Ruhe oder von geradliniger gleichfömiger Bewegung; ausser wenn er durch äussere Kräfte zu einer Veränderung dieses Zustandes veranlasst wird.

„Der experimentelle Nachweis der Wahrheit dieses Gesetzes liegt darin, dass wir jedesmal, wenn wir einer Veränderung in dem Bewegungszustande eines Körpers begegnen, diese Veränderung auf irgendeine Wirkung zwischen jenem Körper und einem anderen, das heisst auf eine äussere Kraft zurückführen können. Das Vorhandensein dieser Wirkung wird angezeigt durch ihren Effect auf den anderen Körper, wenn die Bewegung jenes anderen Körpers der Beobachtung zugänglich ist. So wird die Bewegung einer Kanonenkugel verzögert, aber das kommt von der Wirkung zwischen dem Projectil und der umgebenden Luft; hiedurch erfährt die Kugel die Einwirkung einer Kraft in der ihrer relativen Bewegung entgegengesetzten Richtung, während die Luft, durch eine grosse Kraft vorwärts gestossen, selbst in Bewegung geräth und das bildet, was man den Wind der Kanonenkugel nennt.

„Unsere Ueberzeugung von der Richtigkeit dieses Gesetzes wird jedoch noch wesentlich verstärkt durch die Betrachtung dessen, was eine Verneinung desselben involviren würde. Es sei gegeben ein in Bewegung befindlicher Körper. In einem gegebenen Momente sei er sich selbst überlassen, und es werde von keiner Kraft auf ihn gewirkt. Was wird geschehen? Nach Newton's Gesetz wird der Körper in gleichförmiger geradliniger Bewegung verharren, das heisst, seine Geschwindigkeit wird an Richtung und Grösse constant bleiben.

„Nun wollen wir aber die Voraussetzung machen, dass die Geschwindigkeit unter den gegebenen Bedingungen nicht constant bleibe,

sondern dass sie sich ändere. Die Veränderung der Geschwindigkeit muss, wie wir in Artikel XXXI sahen, eine bestimmte Richtung und Grösse haben. Nach dem Grundsatze des Art. XIX muss die Veränderung aber die nämliche sein, zu welcher Zeit und an welchem Orte auch das Experiment ausgeführt wird. Die Richtung der Veränderung der Bewegung muss deshalb bestimmt sein, entweder durch die Richtung der Bewegung selbst, oder durch irgend eine in dem Körper feste Richtung.

„Nun wollen wir, für den ersten von diesen beiden Fällen, die Annahme machen, das Gesetz sei, dass die Geschwindigkeit nach einem gewissen Maasse abnehme, und dieses Maass wollen wir zu Gunsten der Einwendung als so klein voraussetzen, dass wir durch keinerlei Versuche an sich bewegenden Körpern die Abnahme der Geschwindigkeit in Hunderten von Jahren entdecken könnten.

„Die Geschwindigkeit, von der dieses hypothetische Gesetz spricht, kann nur eine auf einen in absoluter Ruhe befindlichen Punkt bezogene Geschwindigkeit sein. Denn wenn dieselbe eine relative Geschwindigkeit wäre, so hinge sie an Richtung sowohl wie an Grösse von der Geschwindigkeit des Vergleichspunktes ab.

„Wenn der Körper, bezogen auf einen gewissen Punkt, sich nordwärts mit abnehmender Geschwindigkeit zu bewegen scheint, so brauchen wir ihn bloss auf einen anderen Punkt zu beziehen, der sich selbst mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit, die grösser ist als die des Körpers, nordwärts bewegt, und es wird den Anschein haben, als bewege sich der Körper südwärts mit stets wachsender Geschwindigkeit.

„Demnach ist das hypothetische Gesetz ohne irgend eine bestimmte Bedeutung, ausser wir geben die Möglichkeit zu, absolute Ruhe und absolute Geschwindigkeit zu definiren. Aber selbst wenn wir diese Möglichkeit zugeben, und selbst wenn sich jenes hypothetische Gesetz als richtig herausstellte, so würde dasselbe doch nicht als ein Gegensatz zu Newton's Gesetz aufzufassen sein, sondern als Merkmal der widerstehenden Wirkung irgend eines Mittels im Raume.

„Nehmen wir einen anderen Fall. Das Gesetz sei, dass ein Körper, auf den keine Kraft einwirkt, sofort aufhöre sich zu bewegen. Solches wird nicht allein durch die Erfahrung widerlegt, sondern es führt auch zu einer Definition der absoluten Ruhe als desjenigen Zustandes, den ein Körper einnimmt, sobald er von der Einwirkung äusserer Kräfte frei wird.

„Auf diese Weise kann man zeigen, dass die Verneinung von

Newton's Gesetz in Widerspruch steht mit der einzigen vernünftigen Lehre von Raum und Zeit, welche der menschliche Geist jemals auszudenken imstande war."

Wie man sieht, hält Maxwell sowohl einen experimentellen Beweis wie einen Aprioribeweis des Trägheitsgesetzes für möglich. Maxwell's Darstellung eignet sich also gut dazu, das Principielle der verschiedenen Ansichten über Möglichkeit und Art solcher Beweise einer erneuten Prüfung anzuempfehlen.

A. Zu Maxwell's „experimentellem Nachweis (*The experimental argument*)". — Gegen alle Bemühungen um einen experimentellen Beweis wurde in mancherlei Wendungen das Bedenken erhoben, dass ein solcher Nachweis schon deshalb unmöglich sei, weil das angebliche Ergebnis von Experimenten zuletzt doch immer nur auf einen logischen Zirkel hinauslaufe. In specieller Form richtet sich dieses Bedenken gegen den Begriff des „Bewegungshindernisses", in allgemeinerer Form gegen den Begriff der „Kraft" überhaupt. Denn eine solche werde überall dort angenommen, wo ein Körper Abweichungen von der geradlinig gleichförmigen — oder wie wir kurz sagen wollen, Abweichungen von der „constanten Bewegung"*), sei es von der Constanz der Geschwindigkeit oder der der Richtung aufweist;

*) Der von Streintz (s. u. S. 135 ff.) vorgeschlagene und mehrfach angenommene Ausdruck „Galileische Bewegung" präjudicirt der von Wohlwill (s. u. S. 105) angeregten Streitfrage, ob Galilei das Trägheitsgesetz für alle gleichförmig geradlinigen Bewegungen oder nur für die auf wagrechten Ebenen nächst der Erdoberfläche deutlich erkannt habe. Aber auch wenn man sich Wohlwill's Auslegung nicht ganz anschliessen will, wird sich für feinere logische Unterscheidungen der Vorschlag Streintz' nicht durchaus empfehlen, weil der Ausdruck „Galileische Bewegung" nicht erkennen lässt, ob er auf Galilei's rein phoronomische Bestimmungen der gleichförmigen Bewegungen (zu Beginn des Dritten Tages der *Discorsi*, Ostwald's Classiker Nr. 24, S. 4—9) oder auf Galilei's dynamische Bevorzugung dieser Bewegungen als derjenigen, welche beim Wegfall aller Kräfte eintreten, bezogen werden solle. — Auch der Ausdruck „constante Bewegung" ist freilich für sich nicht eindeutig, weil „constant" als ein wesentlich negativer Begriff bei allen seinen Anwendungen erst der ausdrücklichen positiven Angabe bedarf, welche besondere Art von „Veränderungen" oder „Veränderlichkeit" abgewiesen sein soll (vgl. Anm. S. 128). Es sei also hier ausdrücklich festgestellt, dass „constante Bewegung" in der oben vorgeschlagenen Verwendung statt „Galileische Bewegung" nicht mehr und nicht weniger an Merkmalen enthalten soll, als die rein phoronomischen einer geradlinigen Bahn und gleicher Wegstrecken längs dieser Bahn binnen gleichen Zeiten.

und dass dann, wenn keine Kräfte vorhanden sind, auch keine solchen Abweichungen eintreten, sei natürlich ein blosser logischer Zirkel.*)

Ich gestehe, dass es mich immer wundert, wenn ich mit so überaus primitiven logischen Waffen Sätze bekämpft sehe, an welchen denn doch von den Millionen, die sie geglaubt haben, mehr als nur ab und zu Einer ihre ganze Lächerlichkeit verspürt haben müsste: denn wäre der Zirkel wirklich vorhanden, so wäre er ja kaum ein „versteckter“, sondern ein so plumper, als ihn sich irgend eine Schullogik nur immer als warnendes Beispiel ausdenken könnte. Schon aus solchen ganz summarischen Wahrscheinlichkeitserwägungen ergiebt sich vielmehr die Vermuthung, dass, wenn ja ab und zu die Formulirungen der beiden (in ihrer physikalischen Anwendung nachmals jedenfalls als correlativ sich herausstellenden) Begriffe „Trägheit“ und „Kraft“ sich Blössen gegeben haben sollten, diese eben nur in den Formulirungen, nicht in den zu formulirenden Gedanken gelegen sein mochten.

Um auch jeden Schein eines logischen Zirkels bei Formulirung des Trägheitsgesetzes zu vermeiden, wird schon die Schilderung der „Experimente“, welche auf das Trägheitsgesetz als empirische Thatsache führen, so gegeben werden müssen:

Erstens muss ein rein descriptiver Unterschied zwischen den Bewegungen, die erst nachmals als „ohne Kräfte“ und als „mit Kräften“ erfolgend einander gegenübergestellt werden sollen, formulirt worden sein. Unzählige rein phoronomische Gegenüberstellungen sind hier gleich gut denkbar: die der constanten und der inconstanten Bewegungen im obigen Sinne; die der gleichförmigen Bewegungen im Kreise (kurz Kreisungen), welcher das Alterthum und noch Kopernikus die himmlischen Bewegungen allein würdig glaubten — im contradictorischen Gegensatz zu allen übrigen Bewegungen (— der terminologische Gegensatz der „natürlichen“ und „gezwungenen“ Bewegungen geht schon wieder nicht auf ein rein phoronomisches, sondern auf ein dynamisches Merkmal).

Zweitens muss dann ein Kraftbegriff formulirt sein, der zunächst von so abstractem Inhalt und allgemeinem Umfang ist, dass er von den concreten Anwendungen, die er nachmals finden soll, also unter

---

*) Dieser Vorwurf ist neuestens wieder mit besonderem Nachdrucke erhoben worden von JOHANNESSON: „Das Beharrungsgesetz“ (Jahresbericht des Sophien-Realgymnasiums in Berlin, Ostern 1896). — Vgl. unten S. 159, Anm. über POSKE's Anzeige dieser Abhandlung.

anderem auch von dem Begriff einer constanten und einer nicht constanten Bewegung, logisch noch ganz unabhängig ist.

Drittens werden dann die beiden für sich festgestellten Begriffe auf Grund der „Experimente" in Beziehung gesetzt, in einem Urteil, eben dem Trägheits-Gesetze, verbunden; und ob diese Beziehung, welche, weil in ihr der Kraftbegriff vorkommt, jedenfalls eine Causalbeziehung ist, mit Recht behauptet werde, kann nur auf Grund einer correcten Theorie der Causalurteile als solcher entschieden werden, sofern man überhaupt von dem erkenntnispraktischen Forum des physikalischen Denkens an das erkenntnisstheoretische appelliren will.

Zum Glück lässt sich dieses Programm in unserem concreten Fall des Trägheitsgesetzes auch ohne kunstvolle Erkenntnistheorien durchführen und ist auch längst durchgeführt. Wenn wir den Schulknaben die Beispiele vom Schlitten auf rauher Strasse, auf glatter Schneebahn und auf sehr harter, glatter Eisbahn vorführen, oder die von der Kegelkugel auf einer schlecht und auf einer gut gestampften Kegelbahn u. s. f., so würden gewiss schon die Kinder den logischen Zirkel merken, wenn einer vorhanden wäre. Fassen wir aber auch nur das, was hier beim Schulknaben erkenntnispraktisch vorgeht, in voller abstracter, theoretischer Schärfe, so nimmt die Durchführung des obigen Programmes folgende Gestalt an:

Die Eisbahn, die glatte harte Kegelbahn sind Annäherungen an jenes Ideal, welches Galilei in seiner klassischen Formulirung: „*Mobile quoddam super planum horizontale proiectum mente concipio omni secluso impedimento . .*" durch die Worte „*mente concipio*" als ein blosses Ideal charakterisirt hat. Es hat auf diesen Ideal-Charakter insbesondere Poske in seiner unten noch eingehend zu besprechenden Abhandlung*) mit grösstem Nachdruck hingewiesen. Es sei nun aber für den Augenblick gestattet, von dem ohnedies gar nicht anders zu erwartenden Umstande, dass physikalische Experimente keine mathematische Genauigkeit geben können, noch abzusehen, und dort, wo von experimentellen Annäherungen an die Constanz der Bewegung einerseits, an das Wegfallen der Hindernisse andererseits gesprochen werden sollte, volle Constanz und volle Freiheit von Hindernissen vorläufig zu fingiren (wir werden diese Fiction von

*) Der empirische Ursprung und die Allgemeingültigkeit des Beharrungsgesetzes. Vierteljahrschrift für wiss. Philos. VIII. Jahrg. 1884, S. 385—404. (Mit einer Zusatz-Bemerkung von Wundt, 405—406).

S. 91 an wieder aufheben). Dann wäre die oben zuerst verlangte reine Beschreibung im „experimentellen Argument" so zu geben:

Wir beobachten einen Körper, der sich in einer „Umgebung" (Höcker auf der Eisbahn, Kies oder Sand auf der Kegelbahn u. dgl.), und dann einen Körper mit demselben Anfangszustande von Geschwindigkeit und Richtung, der sich „ohne Umgebung" bewegt; also letzlich im „leeren Weltraum", wie er für die allgemeine, nicht nur terrestrische Formulirung des Trägheitsgesetzes immer vorausgesetzt, oder besser: fingirt werden muss. Hiebei ist es dann „Beobachtungs"-Thatsache, d. h. eine von Auslegungen mittelst Kraft- und sonstigen Causalbegriffen noch ganz freie, descriptive Zuordnung zweier Reihen von Phänomenen, dass die ersteren Bewegungen Verzögerung zeigen, die letzteren nicht. — Es sei nur im Interesse der die Schwierigkeiten trennenden Darstellung erlaubt, gegen den hiermit in die Betrachtung hereingezogenen Begriff des „leeren Raumes" (und des „absoluten Raumes"), mit welchen Begriffen freilich unser Begriff der „Umgebungslosigkeit" steht und fiele, uns einstweilen noch naiv zu stellen; seiner Erörterung wird ohnedies das ganze Vierte Hauptstück (S. 120 ff) gewidmet sein.

Soll nun zweitens auf diese experimentelle Thatsache der Kraftbegriff angewendet werden, so wird nach dem, was gelegentlich des vorigen Hauptstückes (S. 28 ff.) als Definition und zur Vertheidigung des Kraftbegriffes gesagt wurde, nicht etwa noch einmal ein neues „Experiment" darüber anzustellen sein, ob und welche Teile der „Umgebung" (Eishöcker, Sand; bei nicht wagrechten Bewegungen die Erde — dagegen nicht der Fixsternhimmel, nicht der Zuschauer u. s. f.) als diejenigen „Kräfte" ausübend gelten dürfen, aus welchen wir uns den descriptiven Unterschied der Gleichförmigkeit und Ungleichförmigkeit „erklären". Sondern nach den obigen ausführlichen Erörterungen (S. 50) ist hier wie bei jeder anderen Induction die „Regelmässigkeit", mit welcher dem Vorhandensein, bzw. Fehlen eines beschreibbaren Bestandteiles der „Umgebung" das descriptive Merkmal „Inconstanz, bzw. Constanz" der Bewegung „zugeordnet" ist, auch schon der nothwendige und ausreichende Erkenntnisgrund dafür, dass diese Zuordnung nicht nur eine „regelmässige", sondern dass sie eine „nothwendige" sei: womit eben der Causalbegriff in Anwendung getreten ist.*) Und weil, wenn

*) Die hier auseinander gehaltenen Stadien des „experimentellen" Gedankenganges sind kurz zusammengefasst, aber doch noch deutlich ersichtlich in der Formulierung von POSKE (a. a. O. S. 392): „So oft an einem Körper eine Ab-

wir einmal wissen, dass die Höcker, der Sand die Verzögerung „bewirken", wir dennoch gemäss HUME's negativer These nicht „wahrnehmen", wie sie wirken, und doch guten Grund haben, überzeugt zu sein, dass sie, wenn nur alle Teilbedingungen beisammen sind, wirken werden, so sagen und glauben wir, dass es zwischen ihnen und dem Schlitten oder der Kugel „Kräfte", Kraftrelationen gebe. — Ich glaube nicht, dass diese Auseinanderlegung des Gedankenganges noch irgendwo offene oder versteckte Zirkel aufweisen werde.

Zugleich mit dieser Feststellung des sachlichen Verhältnisses zwischen dem phoronomischen Grund-Begriffe der constanten Bewegung und dem dynamischen der Trägheit ist auch die im Zweiten Hauptstück (S. 28) noch offen gebliebene Frage beantwortet, ob die Correlation des Kraft-Begriffes speciell zur Beschleunigung (nicht überhaupt zur „Bewegung", wie man es in laxer Ausdrucksweise noch immer lesen kann) logisch genommen die Beschleunigung zu einem constitutiven oder nur einem empirisch consecutiven Merkmal des Kraftbegriffes stemple. Die Antwort lautet nämlich jetzt: nicht constitutiv — das gäbe ja eben den logischen Cirkel; sondern consecutiv, u. zw. empirisch consecutiv, insoweit es nach dem Dargelegten der Erfahrung bedarf, welche lehrt, dass es von allen denkbaren Merkmalen*) der Bewegung nur die Beschleunigung ist, für die

---

weichung von der gleichförmig-geradlinigen Bewegung beobachtet wurde, ist es bisher stets gelungen, einen zweiten Körper aufzufinden, dessen Existenz, Lagen- und Geschwindigkeitsverhältnisse sich als nothwendige Bedingung jener Abweichung ansehen lassen." POSKE stellt dies als eine genauere Formulirung der von WERNICKE gegenüber, welcher den „Satz der Trägheit" auf das „Thatsächliche" zurückführt: „Ein Körper, der in Bezug auf einen anderen eine bestimmte Bewegung ausführt, beziehungsweise in Ruhe ist, tritt nur dann in einen anderen Bewegungszustand ein, wenn andere Vorgänge dies bedingen." Die principielle Möglichkeit eines experimentellen Nachweises zieht also keine der beiden Formulirungen in Frage.

*) Ein Gegenbeispiel bildet die vorgalileische Ansicht von dem Ort nahe oder fern der Erdoberfläche, bzw. dem Erdmittelpunkt, welche die schweren, bzw. leichten Körper „suchen" sollen. Hier haben sich eben ausnahmslose Gesetzmässigkeiten zwischen Ort und Umgebung nicht aufstellen lassen, z. B. Rauch steigt nicht immer empor, sondern sinkt auch.

Für die hier dargelegten feineren Begriffsverhältnisse giebt auch MACH's Terminologie willkommenes Zeugnis. Z. B. „Dass die bewegungsbestimmenden Umstände (Kräfte) Beschleunigungen bestimmen, ist durchaus nicht selbstverständlich" (Mech. III, S. 134). „. . Das Trägheitsgesetz (ist) . . in der Galileischen

sich gesetzmässige Beziehungen zur „Umgebung“ überhaupt auffinden lassen. — Daneben hat natürlich auch an dem alsbald (S. 91) zu entwickelnden apriorischen Complement zum empirischen Nachweis des Trägheitsgesetzes die Correlation des Beschleunigungs- zum Kraftbegriff in demselben Maasse Teil, wie die Correlation von constanter Bewegung und Trägheit. — —

Es erübrigen nach dem Maassstabe vorstehender Analyse einige wenige kritische Bemerkungen gegen den Wortlaut, wie MAXWELL den „experimentellen Nachweis“ des Trägheitsgesetzes schildert. Experimentell ist überhaupt nur die Aufzeigung des „anderen Körpers“, d. h. irgend eines Complexes sinnlicher Phänomene, wie wir sie oben als „Umgebung“ bezeichnet haben; nicht aber kann natürlich dieser Körper als „wirkend“ und noch weniger können seine „äusseren Kräfte“*) durch das Experiment als solches aufgezeigt werden. — Eine

---

Anschauung, dass alle bewegungsbestimmenden Umstände (Kräfte) Beschleunigungen setzen, schon mitenthalten“ . . (ib. S. 135). — Wir müssten hienach an „bewegungsbestimmende Umstände = Kräfte“ auch dann glauben, wenn wir irgend ein anderes Merkmal als gerade nur die Beschleunigung ersteren gesetzmässig zugeordnet sähen. — Diese Uebereinstimmung zwischen MACH's und meiner Auffassung wird nicht berührt durch die oben (S. 41 ff.) als erkenntnistheoretisch fundamental angedeutete Verschiedenheit, dass MACH alle Abhängigkeit, alles „Bestimmtsein“ eines y von einem x, nach dem Typus mathematischer Functionen fassen zu können glaubt, also das, was man sonst Realgrund, Causation nennt, unter das, was SCHOPENHAUER Seinsgrund (d. h. eben Abhängigkeit raumlich-zeitlicher Elemente) heisst, zu subsumieren versucht.

*) Es wäre denn, dass hier „Kräfte“ wieder nicht im eigentlichen, ausserphänomenalen Sinne, sondern in dem phänomenalen der Spannungen (vgl. oben, S. 33 ff.) gemeint wäre. Dann liesse sich auch das Trägheitsgesetz als ein rein descriptives aussprechen: Wo Beschleunigung, da Spannung; und: Wo keine Spannung, da keine Beschleunigung. Die causale Ausdeutung bliebe dann eine nach Belieben zu gebende oder wegzulassende Zugabe zum phänomenalen Thatbestand (— ähnlich wie die Formulierung „Das gleichseitige Dreieck muss gleichwinkelig sein“ gegenüber „Das gls. Dr. ist glw.“ in dem Beispiel S. 41 Anm.). — Eine solche causallose Fassung des Trägheitsgesetzes ist aber weder von MAXWELL als Ziel seines „experimentellen Beweises“ beabsichtigt (— das der Inconstanz der Bewegung einer Kanonenkugel zugeordnete phänomenale Datum, „der Wind der Kanonenkugel“, ist ja zunächst selbst wieder eine Bewegungserscheinung, wenn wir auch nebenbei diesen Wind „spüren“, d. h. in Druck- und Spannungsempfindungen wahrnehmen können); noch auch es ist bekanntlich bisher möglich gewesen, bei den Kraftwirkungen z. B. der kosmischen Schwere neben den Centralbeschleunigungen auch Spannungen für die Beobachtungen nachzuweisen (— eben solche beobachtbare oder doch erschliessbare Spannungen eines Mediums zwischen den Weltkörpern wären ja gefordert, um auch bei der kosmischen Schwere die „Fernwirkung“ ebenso los zu sein, wie heute schon bei elektrischen und magnetischen Kräften).

andere schwache Stelle ist die, dass „das Vorhandensein dieser Wirkung angezeigt werde — nur? — durch ihren Effect auf den anderen Körper". Wer den Begriff des Wirkens und der Kraft *a limine* leugnet, würde natürlich ebensowenig eine „Wirkung auf den anderen Körper" zuzugeben brauchen, als er die Wirkung zugibt, die dieser „andere" auf den ersten, d. h. auf den in der Constanz seiner Bewegung behinderten, ausüben soll oder nicht soll. Es kommt noch dazu der Nachsatz: „wenn die Bewegung jenes anderen Körpers der Beobachtung zugänglich ist". Freund und Feind der Causalität werden hier fragen: Und wie, wenn nun die Bewegung des anderen Körpers der Beobachtung nicht zugänglich ist?*) Die Antwort auf diese scheinbar verfängliche Frage lautet im Sinne Maxwell's: Wenn und weil genug Fälle vorausgegangen sind, in denen sich zu Abweichungen von der Richtung und Geschwindigkeit „andere Körper" und Bewegungen dieser anderen Körper haben aufzeigen lassen, so giebt das nach der „Uebereinstimmungsmethode" der Induction eine (bekanntlich verhältnismässig nicht sehr grosse) Wahrscheinlichkeit, dass es solche Körper auch in allen Fällen geben werde, wo sie nicht zu beobachten sind. Es hätte hinzugefügt werden können, dass das bisher wenigstens eine *inductio sine instantia contraria* **) gewesen sei, denn es wird in der

---

*) In obiger logischer Erwägung ist von der physikalischen Möglichkeit ganz abgesehen, dass der die Inconstanz der Bewegung eines Körpers herbeiführende andere Körper hiebei und hiedurch in Folge eingetretener Gleichgewichts-Bedingungen nicht in „Bewegung" geräth. Beispiel: ein Planetensystem, bestehend aus zwei Planeten von gleichen Massen m und m mit antiparallelen Geschwindigkeiten und im Mittelpunkte dieses centrisch-symmetrischen Systemes eine Sonne von der Masse M. Diese Sonne „wirkt" dann auf die beiden Planeten (auch diese wirken auf einander, was uns aber hier nichts angeht) richtungs- (und bei nicht kreisförmigen Bahnen im Allgemeinen auch geschwindigkeits-)ändernd — sie selbst aber, der wirkende Körper, erhält hiebei keinerlei Bewegung.

**) In ganz anderer Richtung freilich rührt diese an sich gewiss nicht unbescheidene formale Forderung des „*sine instantia contraria*" an eines der heikelsten sachlichen Probleme: Ob ein Causirtwerden des Physischen (hier der Richtung und Geschwindigkeit eines materiellen Punktes) wirklich nur wieder von Physischem (hier einem Körper, u. zw. einem in der Regel sich bewegenden Körper) ausgehen könne. Für die Physik als solche ist das Ja freilich ein oberstes Dogma; denn Causalbeziehungen zwischen Physischem und Psychischem, also Nicht-Physischem, wären eben nicht mehr Physik. Nur ist klar, dass jede Consequenz aus einem solchen Dogma diesmal wirklich nur ein offener logischer Zirkel wäre; denn Physik ist schon von vornherein als eine Wissenschaft definirt, welche, wenn überhaupt mit Causalbeziehungen, so nur mit solchen zu thun hat, deren beide Glieder physisch sind. Aber durch die Definition des Gegenstandes einer Wissenschaft kann die Existenzberechtigung anderer Wissenschaften,

That Niemand behaupten wollen, Abweichungen von der Constanz der Geschwindigkeit und der Richtung einer Bewegung „beobachtet" zu haben, bei welchen — sei es durch „Beobachtung", sei es durch Schlüsse — nachgewiesen habe werden können, dass es für sie descriptive Daten der „Umgebung" nicht gebe (— dies nicht zu verwechseln mit den denkbaren Fällen, dass solche Zuordnung zur „Umgebung" nur noch nicht habe nachgewiesen werden können; es wären dies die Fälle, in denen dem bis dahin empirisch bewährten Trägheitsgesetz zulieb auf einen direct nicht aufzeigbaren „Aether" u. dgl. geschlossen wird; also der auch von Maxwell angeführte und unten, S. 156, noch näher zu erörternde Fall).

Nachdem durch das Bisherige der auch von Maxwell geteilte Glaube an die Möglichkeit des experimentellen Nachweises des Trägheitsgesetzes gegen den Vorwurf eines logischen Zirkels im Ganzen hoffentlich ausreichend geschützt ist, erübrigen wenige Worte über

B. Maxwell's Aprioribeweis für das Trägheitsgesetz. — Ein solcher ist es ja, wenn er sagt: „Unsere Ueberzeugung von der Richtigkeit dieses Gesetzes wird noch wesentlich verstärkt durch die Betrachtung dessen, was eine Verneinung desselben involviren würde." Hier wird uns ja geradezu ein indirecter Beweis, eine *„reductio ad absurdum"*, versprochen. Genau genommen wäre dies nun zwar freilich noch nicht gleichbedeutend mit einem rein apriorischen Beweis; denn wird derjenige Satz, mit dem die Leugnung des zu Beweisenden unverträglich sein soll, selbst nur als ein empirischer angesprochen so ist auch der indirect bewiesene Satz schliesslich doch nur empirisch bewiesen. Zu Ende des Artikels aber sagt Maxwell: „Auf diese Weise kann man zeigen, dass die Verneinung von Newton's Gesetz in Widerspruch steht mit der einzigen vernünftigen Lehre von Raum

---

die sich auch um andersartige Causalbeziehungen kümmern, natürlich nicht widerlegt sein.

Ueber das Problem, ob Causalbeziehung zwischen Physischem und Psychischem mit unseren gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Einsichten überhaupt auch nur verträglich sei oder nicht, und ob alles in allem die Inconvenienzen aus der Annahme oder aus der Ablehnung solcher Causalbeziehungen die härteren seien, vgl. Stumpf's Eröffnungsrede des Münchner Psychologencongresses von 1896; ferner meine Psychologie § 17, auch die Sonderausgabe dieses Paragraphen: „Die metaphysischen Theorien von den Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Leib und Seele. Einige Fragen an die Monisten" (Wien, Tempsky, 1897); daselbst S. 49 [S. 20] Boltzmann's Aeusserungen, welche eine solche „Einwirkung" als wenigstens mit dem Energieprincip nicht unverträglich darstellen.

und Zeit, welche der menschliche Geist auszudenken imstande war.“ Dieses Gesetz aber ist das in „Artikel XIX, Aufstellung des allgemeinen Grundsatzes der Physik“ so formulirte: „Der Unterschied zwischen zwei Ereignissen hängt nicht ab von dem reinen Unterschiede der Zeiten oder der Orte, in denen und an denen sie stattfinden, sondern nur von Unterschieden in dem Wesen, der Configuration oder der Bewegung der betreffenden Körper.“ Als diesem Satz äquivalent wird auch der ausgesprochen, „dass wenn die Ursachen sich von einander bloss hinsichtlich des absoluten Raumes und der absoluten Zeit ihres Stattfindens unterscheiden, dieses dann ebenso für die Wirkungen gilt.“

Es kann zweifelhaft sein, ob diese Sätze Maxwell's alles in allem eine andere Deutung zulassen, als dass Maxwell wenigstens den Begriff eines „absoluten Raumes“, sowie einer absoluten Zeit nicht für in sich widersprechend oder gar inhaltsleer gehalten habe, wenn er auch diesen Begriff für physikalisch nicht verwertbar hält. Es genügt aber für jetzt, daran festzuhalten, dass sowohl, wo Maxwell (Art. XIX) jenen Satz aufstellt, als auch hier (Art. XLI), wo er ihn als „die einzig vernünftige Lehre von Raum und Zeit“, welche auszudenken sei, bezeichnet, er diesen Satz füglich nicht selbst wieder als eine empirische, sondern als eine apriorische Wahrheit angesehen haben muss; denn das liegt doch in den Worten „einzig vernünftig“ — wie wollte man auch einen solchen „allgemeinen Grundsatz der Physik“ überhaupt aussinnen, wenn nicht *a priori*, zumal wenn absoluter Raum und absolute Zeit überhaupt nicht, weder unmittelbar noch mittelbar erkennbar (sondern höchstens „denkbar“) wären! Und so will also auch sein indirecter Beweis, dass die Verneinung des Trägheitsgesetzes einen Widerspruch gegen diese „einzig vernünftige“ Lehre involviren würde, wirklich nichts anderes als ein Apriori-Beweis im strengsten Sinne sein.

Prüfen wir aber nun, ob dieser Beweis gelungen ist, so können wir das nur verneinen. Denn wenn Maxwell findet, dass jedes hypothetische Gesetz über irgend eine Abweichung von der Geradlinigkeit und Gleichförmigkeit gegen die Unmöglichkeit, „absolute Ruhe und absolute Geschwindigkeit zu definiren“, verstossen würde, so muss sich gerade Demjenigen, welcher wirklich mit diesen beiden Ausdrücken nicht einmal einen Sinn zu verbinden vermag, die verwunderte Frage aufdrängen, ob denn die Nichtabweichung von der Geradlinigkeit und Gleichförmigkeit jene beanstandeten Begriffe von absoluter Ruhe und absoluter Geschwindigkeit in geringerem

Grade voraussetze, als was immer für eine Abweichung? — Es kann also unabhängig von der Frage, ob sich Maxwell gegen den Vorwurf einer Inconsequenz in Sachen des absoluten Raumes trotz dieser Stelle vertheidigen lasse, festgestellt werden, dass, was Maxwell's Aprioribeweis für das Trägheitsgesetz betrifft, er ein nicht weiter zu vertheidigendes Beispiel zum Satze: *Qui nimium probat*, *nihil probat*, darstellt.

Hat sich so gezeigt, dass die logische Seite des Trägheitsgesetzes selbst bei einem der fruchtbarsten theoretischen Physiker der neuesten Zeit schwere Unklarheiten — u. zw. zum Teil in derselben Richtung wie Kant's Lehre vom Trägheitsgesetze — aufweist, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn sich das Problem alles in allem auch heute noch überhaupt in vollem Flusse zeigt. Es seien daher noch einige weitere Beiträge zur jedenfalls wünschenswerten Schlichtung des ganzen Streites um das Trägheitsgesetz hier versucht.

Beginnen wir mit dem oben (S. 84) vorläufig zurückgestellten Restglied des ganzen Problems: dass nämlich der experimentelle Beweis nur Annäherung, nicht Genauigkeit — nur Wahrscheinlichkeit, nicht Gewissheit geben kann. Man hat mit Recht das Trägheitsgesetz einen Uebergang zur Grenze genannt — es ist ein solcher sogar in mehr als einer Hinsicht; und wie bei allen unendlichen Reihen und Grenzübergängen beansprucht ja gerade das Restglied das grösste Interesse, bereitet aber freilich fast immer auch die grössten Schwierigkeiten.

Man könnte das soeben gebrauchte Gleichnis vom Restglied als den leitenden Gedanken von Poske's oben (S. 84) angeführter Abhandlung: „Der empirische Ursprung und die allgemeine Gültigkeit des Beharrungsgesetzes“, bezeichnen. Es werden hier zunächst die Versuche von (Euler, Kant, Laplace, Poisson, Lotze, Wundt, Lasswitz (in gewissem Sinn auch Wernicke, ib. S. 392), das Beharrungsgesetz rein deductiv, rein *a priori* zu beweisen, der Reihe nach abgelehnt, und dann wird gefragt: „Wenn nun aber auf keinem der bisher eingeschlagenen Wege ein unanfechtbarer Beweis für die apriorische Geltung des Beharrungsgesetzes erbracht ist, so bleibt noch immer die erkenntnistheoretische Grundfrage zu beantworten, wie der empirische Ursprung desselben mit seiner apodiktischen Giltigkeit in Einklang zu setzen ist. Es kommt darauf an, „„Rechenschaft zu

geben über den wahren Grund der Evidenz"", den wir jenem Erfahrungssatz beilegen" (S. 392).

Poske's Antwort ist darin gegeben, dass er, anknüpfend an die schon oben hervorgehobenen Worte Galilei's „*mente concipio*", in dem „Begriff der gleichförmigen Bewegung" eine „empirische Idee in demselben Sinne, in welchem dies neuerdings von den Grundbegriffen der Geometrie [durch B. Erdmann] dargethan worden ist" (S. 396), ersieht. — Vom Satze der Trägheit oder Beharrung sagt Poske (S. 399): „Das Beharrungsgesetz ist .. eine Maxime, welche die Anwendung einer „„empirischen Idee"" auf die Erfahrung betrifft" (S. 399). Es lässt sich von dem Beharrungsgesetze im Widerspruch mit einem von Kant besonders betonten Satz *) behaupten, „dass der Verstand das Gesetz aus der Natur geschöpft hat, um es dieser vorzuschreiben" (S. 401).

Enthalten wir uns vorerst der im letzten Satz angeregten Vertiefungen in den Gedankenkreis des Kriticismus, so besagen Poske's Termini „empirische Idee" und „Maxime" in elementarpsychologischer Terminologie jedenfalls folgendes: Die „(empirischen) Ideen" sind Vorstellungsinhalte, die infolge von Thatsachen der Unterschiedsschwelle nur „indirect", durch „Relationsübertragung"**) zu gewinnen sind; und der Ausdruck „Maxime" bezeichnet hier ein Urteil, das logisch genommen nur Hypothese, vor der nächstbesten solchen aber dadurch ausgezeichnet ist, dass sie unserem Evidenzbewusstsein in einer noch näher zu prüfenden Weise ganz besonders nahe liegt, unserem Bedürfnis nach „Erklärung" besonders entgegenkommt. — Poske's Termini „Idee" und „Maxime" (welche u. a. jedenfalls nicht mit den von Kant so oft und gern gebrauchten gleichbedeutend sein wollen) machen eigentlich aber doch erst recht stark das Bedürfnis näherer Untersuchung lebendig, welcher besonderen Art die Eigenthümlichkeiten jener Vorstellung und dieses Urteiles seien.

Ohne dass hier diese Untersuchung voll durchgeführt werden könnte, glaube ich als ihr Ergebnis das anführen zu sollen, dass es

---

*) Es ist der KANT'sche Satz in den „Prolegomena zu jeder künftigen Metaphysik", § 36: „Der Verstand schöpft seine Gesetze (*a priori*) nicht aus der Natur, sondern schreibt sie dieser vor." Dies die berühmte Antwort auf die berühmte Frage, welche den Titel jenes Paragraphen bildet: „Wie ist Natur selbst möglich?"

**) Ueber den Sinn und die Tragweite dieser MEINONG'schen Termini vgl. meine Logik, § 26.

nur der Gedanke denkbar grösster „objectiver Einfachheit"*) sei, welcher zum empirischen Ursprung des Trägheitsgesetzes das

---

*) Damit die nachfolgenden Betrachtungen zu Gunsten der Einfachheit gleich von vornherein nicht die Gefahren eines solchen Princips unterschätzen lassen, stelle ich ihnen folgende Worte FRESNEL's voran (mit welchen WÜLLNER sehr passend den sein Lehrbuch der Physik einleitenden Abschnitt über die Methode der Physik abschliesst): „*Dans le choix d'un système on ne doit avoir égard qu'à la simplicité des hypothèses*; *celle de calcule ne peut être d'aucun poids dans la balance des probabilités. La nature ne s'est pas embarrassée des difficultés d'analyse, elle n'a évité que la complication des moyens. Elle paraît s'être proposé de faire beaucoup avec peu : c'est un principe que le perfectionnement des sciences physiques appuie sans cesse de preuves nouvelles.*"

Wie trügerisch das Princip der Einfachheit bei aller Fruchtbarkeit für die Heuristik in seinen Ergebnissen doch sein kann, dafür ist gerade GALILEI ein, wie immer so auch in seinen Irrthümern classisches Beispiel. Er erzählt am Beginn des dritten Tages der Discorsi („Vorr. u. Einl." S. 4), es habe ihn „zur Erforschung der natürlich beschleunigten Bewegung die Beobachtung der Gewohnheit und Einrichtung der Natur bei allen ihren anderen Vorrichtungen gleichsam selbst an der Hand geführt; sie pflegt sich bei deren Ausübung der nächstliegenden einfachsten und leichtesten Hilfsmittel zu bedienen, denn nach meiner Meinung wird niemand glauben, das Schwimmen oder Fliegen könne auf einfachere und leichtere Art bewirkt werden, als es die Fische und Vögel aus natürlichem Instinct bewerkstelligen. Wenn ich also bemerke, dass ein Stein, der aus der Höhe von der Ruhelage aus fällt, später neue Geschwindigkeitszuwüchse erfährt, warum soll ich nicht glauben, dass solche Zuwüchse auf die einfachste und nächstliegende Art geschehen? Wenn wir aufmerksam zusehen, werden wir keine Vermehrung, keinen Zuwachs finden, der einfacher wäre, als ein solcher, der immer in gleicher Weise hinzukommt." — Nun wissen wir aber, dass das so gefundene Geschwindigkeitsgesetz $v = gt$ und das aus ihm deducirte $s = \frac{1}{2} gt^2$ nur gilt, wenn das Kraftfeld der Erde ein constantes ist. Und seit NEWTON wissen wir, dass diese Voraussetzung der Constanz thatsächlich nicht erfüllt ist. Bei GALILEI selbst findet sich nirgends eine Bemerkung darüber, dass er diese bloss bedingte Berechtigung seines Gedankens der Einfachheit bemerkt habe (vgl. meine Vorbemerkung S. IV der „Vorr. u. Einl."). Ich möchte daher gerade diesen Zug nicht als Beispiel eines specifisch philosophischen Scharfblickes GALILEI's angeführt sehen. — Vielmehr steht diese stillschweigende Voraussetzung auf einer Stufe z. B. mit dem Dogma, nur die gleichförmig kreisende Bewegung sei die „vollkommenste" und daher nur sie den himmlischen Bewegungen angemessen; ein Dogma, das sich zwar auch schon in HIPPARCH's Theorie der excentrischen Kreise von Sonne und Mond als ein, wiewohl nicht richtiges, doch überaus fruchtbares bewährt hatte (vgl. WHEWELL's Vergleichung der excentrischen Kreise und der Epicykel mit FOURIER's Zerlegung in Kreisfunctionen), und mit dem auch noch nicht KOPERNIKUS, sondern erst KEPLER gebrochen hat, weil es eben, bei aller Fruchtbarkeit, doch mit den Thatsachen, den elliptischen Bahnen, nicht in Einklang zu bringen war; was wir jenen beiden grossen Vätern der theoretischen Astronomie zwar auf keine Weise zum Vorwurf, aber auch nicht zu einem besonderen Ruhmestitel machen dürfen. — Uebrigens er-

gesuchte apriorische Complement liefern soll — und, wie ich unter gewissen Vorbehalten meinerseits hinzufügen zu dürfen glaube, auch wirklich liefert.

Wenn Poske den phoronomischen Begriff der geradlinig gleichförmigen Bewegung in mehrfache Parallelen stellt zum geometrischen Begriff der Geraden, so sind vor allem diese Analogien völlig unanfechtbar. Sie sind auch alle *a priori* einleuchtend, streng gewiss und, was nicht überflüssig zu bemerken ist,*) sie sind durchaus objectiver Natur. Ich meine damit, es sei auch für den erklärtesten Subjectivisten oder Skeptiker nicht gut, nicht mit einem dauernden Schein von Berechtigung, zu leugnen, dass die gerade Linie „einfacher" als irgend eine krumme, die gleichförmige Bewegung „einfacher" als irgend eine ungleichförmige sei. Es ist nicht Geschmackssache, erste Differentialquotienten „einfacher" als zweite, Constanz einfacher als Inconstanz u. s. f. zu finden. Schliesslich ist eben doch 1 „einfacher" als 2 oder als 2^2 u. s. f. Ich nannte auch jene geometrischen und phoronomischen Unterschiede objective; dies verträgt sich ganz wohl mit dem Festhalten an der erkenntnistheoretisch so fruchtbaren Unterscheidung, dass ebenso wie die Geometrie auch die Phoronomie es nur mit unseren Vorstellungs-Inhalten von geraden Linien, constanten Bewegungen zu thun hat und eben deshalb mit lauter apriorischen, d. h. auf Grund dieser Vorstellungen allein schon evidenten Relationsurteilen ausreicht (dies alles in dem oben, S. 15, analysirten und gerechtfertigten Sinne des „Apriori" verstanden).

---

streckt sich die Analogie noch weiter, indem Galilei's Bevorzugung der gleichmässigen Beschleunigung doch ebenfalls wieder ein ebenso wertvolles mathematisches Mittel wird, wie die reinen (excentrischen oder epicyklischen) Kreise: wie diese der Fourier'schen Zerlegung entsprechen, so lässt sich auch jede ungleichmässige Beschleunigung auf gleichmässige zurückführen.

*) In der Philosophischen Gesellschaft an der Universität Wien wurde gegen Ende des Jahres 1898 an zwei Besprechungsabenden von je zwei Stunden die Frage discutirt: „Ist unsere Voraussetzung einer Einfachheit der letzten Naturgesetze logisch berechtigt?" Wie zu erwarten, gab der Gegenstand Anlass zum Aufeinandertreffen diametraler logischer und erkenntnistheoretischer Gegensätze. Von subjectivistischer Seite wurde der Begriff der Einfachheit als überhaupt willkürlich und als logisch nicht fest zu fassen bezeichnet, und als Anwendung dieser These z. B. behauptet, auch die Gerade sei nicht an sich „einfacher" als etwa die Schraubenlinie: denn das Krümmungsmaass beider sei constant. — Es scheint aber auch hier nicht schwer, objective Gradunterschiede der Einfachheit aufzuzeigen. Ein constantes Krümmungsmaass Null ist denn doch immerhin „einfacher" als irgend ein von Null verschiedenes. Auch giebt der Einwurf selbst implicite zu, dass ein constantes Krümmungsmaass einfacher sei als irgend ein nicht constantes.

Gerade auch in unserem besonderen Probleme aber wird eben dieser Unterschied fruchtbar, ja er macht das Problem eigentlich erst zum Problem. Nämlich: Wie können wir wissen, dass die nach ihren Vorstellungs-Merkmalen als „einfach“ ausgezeichnete Bewegung auch „*in rerum natura*“ eine ausgezeichnete Stellung einnehme? Auch hier erlaube ich mir mit Uebergehung der Untersuchung selbst (welche wesentlich in der Ablehnung gegentheiliger Beantwortungsversuche zu bestehen hätte *)) das Ergebnis auszusprechen, dass dieser Fortschritt von dem Vorstellen „einfachster“ Bewegung zu dem Glauben an ihr Realisirtsein — d. i. also hier: von der Phoronomie zur Dynamik der „Galilei'schen Bewegungen“ — nicht anders zu erreichen sein dürfte, als indem wir auf das Trägheitsgesetz das „Gesetz der Einfachheit der letzten Naturgesetze“ anwenden. Dazu gehört, dass wir einerseits das speciell physikalische Trägheitsgesetz als ein „letztes“ **) Naturgesetz gelten lassen, ander-

---

*) Aehnlich wie MEINONG in seiner grundlegenden Abhandlung „Zur erkenntnistheoretischen Würdigung des Gedächtnisses“ (Vierteljahrschrift für wiss. Philos., X. Jahrg. 1886, S. 7—33) den Beweis seiner These, dass die Gedächtnisurteile in letzter Instanz „evidente Vermuthungen“ seien, wesentlich durch Ablehnung der Versuche, mit Induction u. dgl. auszureichen, erbracht hat. — Gegen Schluss der Abhandlung (ib. S. 32) wird die Frage aufgeworfen, „ob es möglich sein wird, die zunächst so gross erscheinende Mannigfaltigkeit unmittelbar evidenter Vermuthungen in eine verhältnismässig kleine Zahl von Classen zu ordnen.“ Es wird nur ein Beispiel, das sogenannte Gesetz der Gleichförmigkeit des Naturlaufes (nicht zu verwechseln mit dem Causalgesetz), der Gedächtnisevidenz an die Seite gestellt. — In meiner Logik (§ 78, Giebt es unmittelbar evident wahrscheinliche Urteile?) habe ich (neben einigen anderen Beispielen, welche die Bejahung dieser Frage nahelegen) darauf hingewiesen, dass ähnlich „aller Naturforschung ein Vertrauen auf die Einfachheit der letzten Naturgesetze zu Grunde liegt“. — Da die Logik der Wahrscheinlichkeit ein nach dieser Richtung noch sehr wenig bebautes Gebiet ist, harren alle diese hiermit wenigstens formulirten Fragen noch der strengen theoretischen Untersuchung und Beantwortung. — Umso wertvoller ist es, darauf hinweisen zu können, dass auch auf exact mathematischer Seite das Bedürfnis empfunden wird, der Wahrscheinlichkeitsrechnung solche vertiefte Fundamente zu geben. In einem Vortrage, welchen Professor EMANUEL CZUBER in der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien gehalten hat (abgedruckt in der Zeitschrift f. d. Realschulwesen, Jhg. XXIII), gelangt CZUBER zu Forderungen an die Grundlegung der Wahrscheinlichkeitslehre, welche sich sehr nahe berühren mit denjenigen, welche MEINONG zuerst in der Anzeige von KRIES' Wahrscheinlichkeitstheorie (Gött. Gel. Anz. 1890, S. 56—75) angedeutet hat.

**) In der oben (S. 94 Anm.) erwähnten Discussion der Philosophischen Gesellschaft war behauptet worden, dass es ganz ebenso gut möglich sei, im

seits, dass wir eben jenes allgemeine ontologische Gesetz der „Einfachheit“ selbst für logisch zu rechtfertigen halten. — Das blosse „Ueberzeugtsein“ von diesem oder was immer für sonst einem „Gesetze“ hätte noch keine erkenntnistheoretische Dignität; wir müssten „Evidenz“ von jenem allgemeinen Gesetz haben; unter „Evidenz“ hiebei ein Merkmal des Urteils, nicht der Vorstellung verstanden. Ich vermag aber nicht abzusehen, wie das Evidenz der Gewissheit sein sollte; wir werden uns günstigenfalls mit Evidenz der Wahrscheinlichkeit zu begnügen haben. — Hiebei ist nun freilich auch für das Trägheitsgesetz nur Wahrscheinlichkeit, nicht Gewissheit gewonnen. Aber wenigstens ist es evidente Wahrscheinlichkeit, nicht evidenzlose Gewissheit.

Indem wir also dem apriorischen Complement zum empirischen Ueberzeugtsein vom Trägheitsgesetz die „Evidenzclasse“ *) eines „mittelbar evident wahrscheinlichen Urteiles“ anweisen, haben wir freilich nicht ganz soviel erreicht, als man durch die aus Kant's Erkenntnislehre gewohnten Steigerungen „Allgemeingiltigkeit“, „unbedingte Giltigkeit“, „Nothwendigkeit“, „absolute Nothwendigkeit“, „Apodikticität“ u. s. f. hat auszeichnen wollen. Um aber die Grösse des Deficits genauer zu ermessen, welches ich dem Trägheitsgesetze auferlege, wenn ich es in die Evidenzclasse der „evident wahrscheinlichen Urteile“ (oder kürzer „Vermuthungsevidenzen“) einreihe, sei zuerst daran erinnert, dass alle jene Steigerungen so

---

Gesetze der Massenanziehung $f = \varkappa \frac{M m}{r^n}$ sei $n = 2$, wie Newton gelehrt hatte, als dass $n = 2 \cdot 000\,000\,162$, wie es z. B. neueste Untersuchungen zu verlangen scheinen (vgl. u. a. Ztschr. „Himmel und Erde“, X. Jahrg., Berlin 1898, S. 183). — Gewiss, wir müssen uns am Ende, d. h. wenn die Beobachtungsdaten und ihre rechnerische Verarbeitung dies verlangten, auch $n = 2 +$ irgend einer Ziffer in irgend einer Decimalstelle gefallen lassen. Gerade daraus aber würden wir dann doch womöglich schliessen, dass die Thatsachen der angeblichen „Massenanziehung“ eben keine „letzten“ seien, und in der That würden ja z. B. „Gravitationswellen“ mancherlei feinere Abweichungen vom typischen Ausbreitungsgesetz $\frac{1}{r^2}$ geradezu verlangen. Noch näher läge freilich der Gedanke an eine Superposition der Massenanziehung und elektrischer oder magnetischer Anziehungen oder Abstossungen. — Auf die nach anderer Richtung gehenden Gründe gegen die Allgemeingiltigkeit und Genauigkeit des Newton'schen Gesetzes, wie sie neuestens Seeliger unter allgemeiner Spannung der wissenschaftlichen Welt entwickelt, ist in vorliegendem Zusammenhange nicht einzugehen.

*) Ueber den Begriff der „Evidenzclassen“ und einige der obersten solcher vgl. meine Logik § 54.

ziemlich wie gleichbedeutend *promiscue* gebraucht zu werden pflegen — was zwar nichts verschlägt, solange es sich um blosse *epitheta ornantia* handelt, aber für Denjenigen misslich ist, der fester *termini technici* für feste logische und erkenntnistheoretische Merkmale je einer „Kenntnis" oder „Erkenntnis" bedarf und jenem Vorrath von Bezeichnungen womöglich nicht noch neue anreihen möchte. — Nehmen wir also jene auszeichnenden Termini einen nach dem anderen beim Wort und fragen wir, worin es dem Trägheitsgesetz an höchster erkenntnistheoretischer Dignität der einen oder anderen Art gebricht, so wird dies nicht gerade die „Allgemeingiltigkeit" sein. Denn nicht darum handelt es sich ja, ob das Trägheitsgesetz in 1000 Fällen gilt und erst im 1001. Falle nicht (-- oder in einem ganz heterogenen Sinne von „Allgemeingiltigkeit": ob es 1000 Denkende gelten lassen und der 1001. nicht), sondern ob es überhaupt ein „Gesetz" giebt (dieses Wort hier ausschliesslich im Sinne der Zuordnung zweier Grössenreihen genommen, wo also der Gedanke an „Ausnahmen" überhaupt keinen Platz mehr hat), gemäss welchem dem Uebergang zur Grenze Null auf Seite der dynamischen „Umgebung" auch ein Uebergang g e n a u zur Grenze Null auf Seiten der phoronomischen Erscheinung, nämlich der Abweichung von constanter Geschwindigkeit und Richtung, entspricht. Nicht also auf der „A l l g e m e i n g i l t i g k e i t", sondern auf der „G e n a u i g k e i t" der Zuordnung dieser zwei strengen Nullwerte scheint mir der Ton bei allen wirklichen oder möglichen Zweifeln an dem herkömmlichen Trägheitsgesetz zu liegen (von Denjenigen natürlich jetzt abgesehen, die das „Gesetz" als „logischen Cirkel" oder aus sonstigen Gründen überhaupt für inhaltsleer und sinnlos halten).

Es ist gelegentlich die Frage aufgeworfen worden, ob es nicht „ein a n d e r e s Trägheitsgesetz" geben könnte als das, dass der Kraft Null auch die Beschleunigung Null entspricht. Ich kann nicht umhin, die Frage nach einer solchen „Möglichkeit" durchaus zu bejahen, hierin also der von Poske (S. 402) beanspruchten „unbedingten Giltigkeit für jede m ö g l i c h e Erfahrung" einigen Abbruch zu thun. Zunächst die logische „Möglichkeit": Eine Abweichung vom herkömmlichen Trägheitsgesetz wäre logisch nicht möglich, wenn dieses eine Tautologie, wenn der Begriff Kraft nur die logische Kehrseite zum Begriffe Trägheit wäre. Dass dieses logische Verhältnis nicht besteht, wurde oben (S. 86) zu zeigen versucht. — Sodann aber eine physikalische oder metaphysische oder transscendentale „Möglichkeit": Ich gestehe, dass ich keinerlei Evidenz dafür besitze, warum nicht eine

umgebungsfreie Bewegung eine Verzögerung z. B. von 0·000001 cm sec^{-2} oder von 10^{-60} cm sec^{-2} haben „k ö n n t e". Wäre dies so, so würde sich diese feine Abweichung von der Constanz der Bewegung der ausserwissenschaftlichen Beobachtung vielleicht nie verrathen, wissenschaftlich aber würde sie bei hinreichender Grösse früher oder später ermittelt, und die Grösse 10^{-6} cm sec^{-2} wäre dann eine so interessante Constante des Universums, wie die Gravitationsconstante oder die für das mechanische Wärmeäquivalent.

Ich weiss, dass ich mich durch das Zugeben dieser physikalischen Möglichkeit nicht erst mit dem gesammten KANT'schen Kriticismus in vollen, sondern vielleicht auch schon mit POSKE's Auffassung unseres Trägheitsgesetzes als einer „Maxime" in teilweisen Gegensatz setze. Aber — mag man das Folgende auch ein allzu rücksichtsloses, allzu wenig differenzirendes Handhaben der logischen und erkenntnistheoretischen Typen nennen: Ich meine, wenn man einmal zugesteht, dass wir den concreten Inhalt des Trägheitsgesetzes „aus der Erfahrung" haben, so müssen wir auch den Muth haben, zuzugeben, dass die Erfahrung uns auch Gegenteiliges zu dem hätte lehren können, was sie thatsächlich gelehrt hat. Ich bekenne mich, indem ich KANT's Satz von der „bloss comparativen Allgemeinheit der Induction" für unwiderleglich halte (vgl. oben S. 51), rückhaltslos zu HERTZ' Paradoxon: „W a s a u s E r f a h r u n g s t a m m t, k a n n d u r c h E r f a h r u n g w i e d e r v e r n i c h t e t w e r d e n." Auch das Deficit gegenüber POSKE's allgemeinster These, „dass es ein sicheres Wissen von den Dingen und Vorgängen der Wirklichkeit giebt" *), ist hiermit

*) Vgl. das Referat (Ztschr. f. d. physik. u. chem. Unterr., XII. Jahrg. 1899, S. 365) über H. KLEINPETER „E. Mach's und H. Hertz' principielle Auffassung der Physik". — Ich stehe gewiss der antiskeptischen Auffassung des Referenten viel näher, als der skeptischen des Verfassers, möchte aber eben deshalb noch folgendes hinzufügen: Jeder Erkenntnistheoretiker wird gut thun, das heftige Widerstreben nicht zu unterschätzen, welches jene HUME—HERTZ'sche These bei jedem Erkenntnispraktiker zu erregen pflegt, wenn mit ihr in concreto Ernst gemacht werden soll. Soeben wieder findet ein physikalischer Freund in der Lehre, dass der aus der Erfahrung stammende Satz „Alle Körper fallen" durch die Erfahrung je noch widerlegt werden könnte, höchstens ein Sophisma durch den Doppelsinn des Wortes „könnte"; nur der Logiker bilde sich ein, das könnte auch anders sein, weil ihm das „muss" noch nicht demonstriert ist. Aber wenn man dies als eine „reale Möglichkeit" hinstelle, so sei es „ein Mangel an gesundem Gefühl für das Wirkliche." — Man sieht, es rollt sich wieder das Problem der Evidenz für Nothwendigkeiten aus Regelmässigkeiten auf, dessen wir oben S. 50 ff. in anderem Zusammenhange zu gedenken hatten. Mochte dort mein Eintreten f ü r Nothwendigkeiten zu antiskeptisch, zu kantisch geschienen haben, so darf ich dafür jetzt

eingestanden, sofern „Wissen“ = evident gewisses Urteil und „Wirklichkeit“ eine andere als meine eigene psychische (gemäss dem Satze von der Evidenz der inneren Wahrnehmung) bedeutet.

Ist nun hiemit die Auszeichnung, welche Poske dem Trägheitsgesetz, wie wir es zunächst aus der Hand der Erfahrung empfangen haben, durch das Wort „Maxime“ zuerkennt, nicht „grob empiristisch“ wieder völlig vernichtet? Ich glaube doch nicht. Ich habe freilich junge Physiker positivistischer Richtung sich rühmen hören, sie würden es sich ganz ebenso gern gefallen lassen, wenn ein allen äusseren Einflüssen entzogener Körper „von selbst“ in den verwickeltsten Krümmungen und nach den tollsten Weg-Zeit-Gesetzen $s = f(t)$ sich bewegte (etwa wie eine Kugel mit excentrischer Massenverteilung auf wagrechter Ebene ruckweise in Schlangenlinien rollt); wobei sich nach der Leugnung jedes Begriffes „objectiver Einfachheit“ natürlich versteht, dass es auch den Unterschied von tollen und nicht tollen Bewegungsgesetzen eigentlich schon gar nicht mehr gäbe. Ich kann aber auf solches Rühmen nur mit Aristoteles’ Worten gegen Heraklit’s Leugnung des *principium contradictionis* sagen: „Es ist nicht nöthig, dass einer das wirklich annimmt, was er sagt.“ Ich glaube, es ist ein zwar subjectives, aber als solches objectiv zu constatirendes Factum, dass unser, das Galilei-Newton’sche Trägheits-

---

den entgegengesetzten Schein des Allzuskeptischen auf mich nehmen. Fast möchte ich meine Freude laut werden lassen, dass die Erkenntnistheorie doch Probleme besitzt, die auch den Erkenntnispraktiker auf die Nägel brennen können. Wie aber das erkenntnispraktische Sträuben gegen die „reale Möglichkeit“ eines gelegentlichen künftigen Nichtfallens eines freien Körpers oder an das Nichtsterblichsein eines Menschen u. dgl. erkenntnistheoretisch nicht nur zu begreifen und hiemit jedenfalls zu entschuldigen ist, habe ich in meiner Logik § 53 S. 126 gesagt: „Dass sich die Meisten in concreten Fällen schwer entschliessen, die sogenannte physische Sicherheit nur als einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit anzusehen, lässt sich nicht nur psychologisch aus der bei solchen Urteilen meist sehr festgewordenen Gewohnheit erklären, sondern auch logisch in gewissem Masse rechtfertigen: Ist nämlich der Wahrscheinlichkeitsgrad, der einem Urteile logischerweise gebührt, schon ein sehr hoher, so begehen wir in der That einen weniger grossen Fehler, wenn wir es wie ein gewisses, als wenn wir es wie ein wahrscheinliches Urteil behandeln, dem zur Gewissheit noch ein für uns direct (gleichsam „anschaulich“) vorstellbares Maass fehlt (Analogie zur Unterschiedsschwelle). — Gleichwohl ist es unerlässlich, sich des Unterschiedes zwischen physischer Sicherheit und mathematischer Gewissheit wenigstens theoretisch (gleichsam unanschaulich) immer bewusst zu bleiben“ u. s. f. — Auf nicht mehr als auf diesem unanschaulich kleinen Deficit gegen ein „sicheres Wissen“ muss ich meinen physikalischen Freunden gegenüber noch immer bestehen.

gesetz mit seinem Zusammentreffen der Kraft Null und der Beschleunigung Null uns selbst dann immer noch besser, und zwar sozusagen unendlich besser zusagt, gleichsam anheimelt, wenn wir diese unsere — vielleicht in gleichem Masse ästhetische wie logische — Bevorzugung für's erste noch nicht erkenntnistheoretisch vor uns selbst und Anderen völlig zu rechtfertigen wissen. Wir können jenes psychologische Factum aber auch so beschreiben: Wir „begreifen" zwar nicht, warum gerade dieses und nicht ein anderes Trägheitsgesetz realisirt ist, und würden ein anderes nur ebenso wenig, nicht noch weniger begreifen; denn wir wissen ja um jenes Gesetz nur aus der Erfahrung und würden uns auch damit abfinden müssen, wenn uns die Erfahrung ein anderes Trägheitsgesetz gelehrt hätte. Wir begreifen unser Trägheitsgesetz nicht. Aber auch selbst unbegriffen lässt es uns alle übrige Erfahrung mechanischen Inhaltes besser, — man kann wegen der in's Spiel kommenden Nullwerte geradezu sagen: unendlich besser — begreifen, als wenn uns die Erfahrung ein minder einfaches Trägheitsgesetz aufgenöthigt hätte, nämlich eines, bei welchem dem Nullwerte der „Kraft" (phänomenal genommen: der „Umgebungslosigkeit") regelmässige oder regellose Abweichungen von dem Nullwerte der Beschleunigung zugeordnet wären. — Mehr als dieses apriorische Complement scheint mir aber in der That der empirische Ursprung unseres Trägheitsgesetzes nicht zu gestatten, und ich kann nicht so weit gehen wie Poske, dessen in den Worten „für jede mögliche Erfahrung" concentrirtes Ergebnis ausführlicher so lautet (S. 401): „Der empirische Ursprung des Gesetzes schliesst somit seine apriorische Giltigkeit nicht aus, vielmehr muss demselben eine ebenso unbedingte Giltigkeit für jede mögliche Erfahrung zuerkannt werden, wie sie den Grundbegriffen der Geometrie in Bezug auf die räumlichen Verhältnisse der Körperwelt zukommt. Sehr klar spricht dies Dühring aus, indem er das Gesetz zu den Axiomen rechnet, die „„etwas aus der allgemeinen Erfahrung Entnommenes, aber nichts desto weniger von absoluter Nothwendigkeit sind"". Den Grund dafür findet Dühring darin, dass wir durch die empirische Zergliederung die letzten Bestandteile der Naturconstitution gewinnen, doch hebt er auch an anderer Stelle den ergänzenden Schluss hervor, der zur blossen Zerlegung hinzutreten muss, ohne indessen auf die eigenthümliche Art des Grenzüberganges Gewicht zu legen, durch welche die Gewinnung des Axioms sich von anderen Zerlegungen unterscheidet."

Ich habe mich nicht überzeugen können von der „unbedingten

Giltigkeit für jede mögliche*) Erfahrung" (Poske), von der „absoluten Nothwendigkeit" (Dühring). Ich glaube aber dem wesentlichsten Gedanken Poske's dahin verstehen und dann auch mit ihm teilen zu sollen, dass wir uns beim Begriff einer genau geradlinigen und genau gleichförmigen Bewegung (einschliesslich der Handhabung gerade dieses Begriffes bei der Anwendung des „genauen" Trägheitsgesetzes) bewusst sind, dass wir diesen Begriff als solchen in seiner absoluten Schärfe unserer eigenen Activität, unserer „psychischen Arbeit", zu verdanken haben (S. 401: „. . ein Werkzeug zur Auffassung der Naturvorgänge, das sich der Verstand selbst geschmiedet hat." S. 394: „Der . . Grenzübergang besteht . . darin, dass bei völligem Verschwinden der . . begleitenden Umstände . . auch die Verzögerung der Bewegung gleich Null gesetzt wird); und dass dagegen die uns passiv, „empirisch", anschaulich gegebenen, von jenem Begriffs- und Anschauungsideal aber günstigenfalls immer noch wenigstens untermerklich verschiedenen, thatsächlichen Bewegungen für jene Activität der Begriffsbildung nur das Rohmaterial abgeben können und müssen. Es ist der Unterschied, wie z. B. beim Aufstellen der Flächeninhaltsformel der Ellipse $f = a.b.\pi$ einmal auf Grund einer sauber gezeichneten, ein andermal einer wohldefinirten Ellipse; nur das Hinzukommen der von uns selbst „erzeugten" Definition zu der uns durch die Zeichnung „gegebenen" Anschauung überwindet das dem ersteren Vorgang unvermeidliche intellectuelle Unbehagen. Während aber in der Geometrie dieses sozusagen Unterfahren der räumlichen Anschauung mittelst des Begriffes (wie ich es in meiner Psychologie**) an den Beispielen des mathematischen Punktes und der mathematischen Geraden näher analysirt habe) in der That eine endgiltige logische Befriedigung — d. h. für die Kant'sche „Allgemeinheit und Nothwendigkeit" der mathematischen Urteile eine, teils unmittelbare, teils mittelbare Evidenz der Gewissheit — gewährt, kann ein ähnliches Unterfahren der dynamischen Wirklichkeit durch unsere

*) Ist hier „möglich" — wie mir Poske während der Korrektur dieses Bogens brieflich mitteilt — nicht im specifisch Kant'schen, sondern im einfach physikalischen Sinne „künftiger gleicher Erfahrungen" gemeint, so entfällt hiermit ein wesentlicher Teil unserer verschiedenen Auffassung von Hertz's Paradoxon.

**) § 47, „Die logische Bearbeitung der Raumvorstellungen durch die Geometrie." — Das verlangte Complement giebt hier der scharfe Begriff der Negation: Die Gerade ist die Nicht-Krumme (nur die „übermerklich" Krumme, nicht die genaue Gerade ist uns ja anschaulich gegeben) u. dgl.

anschaulich-begriffliche, und zwar ausschliesslich phoronomische Vorstellungs-Schöpfung von genauer Geradlinigkeit und genauer Gleichförmigkeit dem Urteil über das dynamische Realisirtsein solcher Bewegungen eine solche Evidenz der Gewissheit nie und nimmer erbringen. — Hier ist das *Ignorabimus*, mit dem man sonst ebenso wenig verschwenderisch umgehen sollte, wie mit positiven Prophezeiungen, gewiss nicht zu viel gesagt. Denn schon heute haben wir Evidenz dafür, dass und warum es für specielle Causalgesetze*) weder unmittelbare noch mittelbare Evidenz der Gewissheit geben kann.

Alles in allem ergiebt sich also für das Trägheitsgesetz Evidenz der Wahrscheinlichkeit auf zweierlei Arten, und zwar auf beide Arten nur mittelbare Evidenz der Wahrscheinlichkeit, nämlich: 1. Aus dem empirischen Nachweis; denn alle empirischen Urteile sind nur wahrscheinlich; und zwar weil zur logischen Rechtfertigung der Induction als Obersatz das Ergebnis des Schlusses von der Regelmässigkeit auf die Nothwendigkeit**) gehört, ist diese Wahrscheinlichkeit nur eine mittelbare. — 2. Aus dem apriorischen Vertrauen auf die Einfachheit der letzten Naturgesetze; denn da dieser Obersatz selbst nur Evidenz der Wahrscheinlichkeit, nicht Gewissheit besitzt, ist es auch ebenso mit dem unter den Satz subsumirten Trägheitsgesetze — und zwar eben weil hier subsumirt, d. h. geschlossen worden ist, ist wieder die Evidenz nur eine mittelbare.

Wenn ich also auch nur, was die Vorstellungsseite, nicht was die Urteilsseite des Trägheitsgesetzes betrifft, Poske recht geben kann, so glaube ich doch, dass er mehr der Uebereinstimmung als des Gegensatzes zwischen seiner und meiner Auffassung finden wird. Und ich glaube auch, dass sowohl die Uebereinstimmungen wie die Verschiedenheiten zwischen den beiden erkenntnistheoretischen Versuchen, ebenso der empirischen wie der apriorischen Seite des Trägheitsgesetzes gerecht zu werden, weder zu gross noch zu klein sind, um nicht an dieser Stelle einer neuerlichen Ueberprüfung anheim gegeben zu werden. —

Ehe ich von diesen sachlichen zu einigen kurzen historischen Erörterungen übergehe, muss ich übrigens gegen die Art, wie Maxwell den „experimentellen Nachweis" des Trägheitsgesetzes darstellt, erinnern, dass keineswegs die directe empirische Methode

*) Im Sinne der Unterscheidung der „speciellen Causalgesetze" vom allgemeinen Causalgesetz in meiner Logik § 76. — Vgl. die obigen Ausführungen S. 51.

**) Vgl. oben Anm. S. 50 ff.

(die der „Begleitveränderungen" nach Mill), wonach wir nur die Bewegungshindernisse oder sonstige äussere Kräfte „möglichst klein" zu machen suchen, die kräftigste empirische Stütze für das Trägheitsgesetz abgiebt. Vielmehr ist es eine indirecte, die sogenannte „umgekehrte inductive Methode", welche dies leistet. Wir gehen — zunächst auf eine vorläufige Erfahrung und eine vorläufige apriorische Ergänzung durch den Gedanken der Einfachheit hin — von der Hypothese aus, das Trägheitsgesetz sei richtig, verfolgen dann deductiv, was für Bewegungen, z. B. geworfener Körper, der Planeten u. s. f. sich aus dieser Annahme ergeben, vergleichen diese Ergebnisse der Deduction mit den Erscheinungen und glauben nun in demselben Masse, als wir sie mit den Beobachtungsresultaten übereinstimmend finden, dass auch die Prämisse der Deduction, eben das zunächst nur „angenommene" Trägheitsgesetz, richtig sein müsse. — Es ist ja schon nach bloss physikalischem Massstabe klar, dass diese Methode wesentliche Vorzüge vor einem blossen „Verkleinern der Bewegungshindernisse" haben muss. Denn diese lassen sich ja bei weitem schwerer (und nur zu häufig gar nicht) quantitativ bestimmen, als die neben der Trägheit die Wurf-, bezw. Planeten-Bewegung bestimmende terrestrische, bezw. kosmische Schwere. — Uebrigens giebt es bekanntlich auch bei der letzteren den Fall, wo die beschleunigende Kraft „sehr klein" wird: es sind die Fälle der parabolischen und hyperbolischen Kometenbahnen für die entferntesten der Beobachtung noch zugänglichen Teile der Curvenäste. Der Typus für die hiebei erreichbar stärkste Annäherung an das Ideal der ganz ohne Kraft erfolgenden Bewegung ist die Bewegung des Kometen in einem der Asymptote sehr nahe kommenden Teile der Hyperbel. Ich glaube aber nicht, dass die für solche Curventeile herzustellende Uebereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung vom Astronomen als eine stärkere Bestätigung des Trägheitsgesetzes empfunden werden wird, als wenn für die stärkst gekrümmten Teile der Bahn (zumal sie in der Regel die besser zu beobachtenden sein werden) zwischen Berechnung und Beobachtung recht gute Uebereinstimmung herrscht.

In logischer Hinsicht freilich wäre zu dieser indirecten Methode einer empirischen Bestätigung des Trägheitsgesetzes noch manches zu sagen: Es geht ja vor allem nicht an, gewissermaassen das Trägheitsgesetz als die Hauptprämisse, das Princip der Unabhängigkeit der Kräfte von den Bewegungen, mittelst dessen wir uns zur Trägheitsbewegung die Schwerebewegung erst hinzukommend denken, nur als eine Art Nebenprämisse zu denken. Denn einen solchen Unterschied

von Haupt- und Nebenprämissen giebt es eben logisch nicht. In Wahrheit also sind die indirecten empirischen Bestätigungen des Trägheitsprincips in ganz gleichem Maasse empirische Bestätigungen auch des Unabhängigkeitsprincipes; und es könnte nun das Bedenken aufgeworfen werden, ob, wenn wir beide Principien zusammen bestätigen, wir nicht in Wahrheit eigentlich kein einziges von beiden bestätigt haben (etwa so, wie sich ja eine Kraft nicht auf eine, sondern auf unendlich viele Arten in zwei Componenten zerlegen lässt). Es soll hier nicht versucht werden, dieses Bedenken allgemein und theoretisch strenge zu entkräften. Wenden wir es nur auf den classischen Fall von Galilei's Analyse des horizontalen Wurfes in die geradlinig-gleichförmig horizontale „gemäss dem Trägheitsgesetze" und die geradlinig-gleichmässig beschleunigte, verticale Bewegung „infolge der Schwere" an, so nähme jenes Bedenken in den Händen der Verächter jedes Gedankens objectiver Naturgesetze überhaupt, und speciell einfacher und einfachster Naturgesetze, die folgende Form an: Mit welchem Recht hat Galilei überhaupt die Bewegung in der Halbparabel just in die zwei Componenten längs der Vertikalen und normal dazu zerlegt? Man kann ja eine Parabel auf unendlich viele andere Coordinatensysteme mit gleichem Rechte beziehen! Mögen aber die Gegner einer objectiven Physik zusehen, ob sich diese ihre Waffe nicht gegen sie selbst kehrt: Was bliebe vom Lebenswerke Galilei's übrig, wenn jene Zerlegung nur eine von unendlich vielen gleichberechtigten — also eigentlich gleich unberechtigten — wäre! Hat doch Galilei selbst die Lösung jener Aufgabe „als den ersten Antrieb all seiner Bewegungsforschung"*) bezeichnet. Oder wäre auch Galilei im Grunde nicht Natur-Forscher gewesen, indem er in die Erscheinungen eine nicht durch sie selbst vorgeschriebene Zerlegung hineintrug? Selbst Lagrange, der schon sehr empfindlich war gegen willkürliches metaphysisches Hineindeuten in die Thatsachen, charakterisirt in den oft citirten Worten: „*Il fallait un génie extraordinaire pour démêler les lois de la nature dans des phénomènes* . ." das Objective jener Leistung durch das „*démêler*" und durch das Auseinanderhalten der *lois de la nature*" von den „*phénomènes*".

Nehmen wir nun im weiteren die materielle Sachlichkeit und Richtigkeit des Trägheitsgesetzes trotz der gegen seine „Genauigkeit" vorsichtiger- oder übervorsichtigerweise geltend zu machenden „Möglich-

*) Wohlwill, a. a. O. (siehe Citat folgende Seite), S. 89 des S. A.

keiten“ wieder an, so dürfen wir uns für die erkenntnistheoretische Abgrenzung des empirischen und des apriorischen Anteils am Trägheitsgesetz des methodischen Hilfsmittels nicht begeben, auch einen Blick auf das zu werfen, was wir historisch über das erste Auftauchen dieser Conception in Menschengeistern wissen. — Grundlegend ist in dieser Richtung die mit Recht hochgeschätzte*) Abhandlung: „Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes“ von EMIL WOHLWILL, welcher es unternommen hat auf's Eingehendste zu zeigen, dass einerseits GALILEI zwar namhafte Vorgänger in Sachen der Entdeckung des Trägheitsgesetzes gehabt habe, die ihm gleichwohl den Ruhm**), der erste und eigentliche Entdecker zu sein, nicht streitig machen können; dass aber anderseits „der Entdecker das Gesetz auf die horizontale Bewegung, genauer auf die kreisförmige Bewegung um den Erdmittelpunkt, beschränkt“ hat.***) Angesichts der Diskussion, welche sich an diese historische Auffassung geknüpft hat, ist es nöthig, auf den Wortlaut der Originalstellen zurückzugehen.

Es sind zwei Stellen, welche allgemein als diejenigen bekannt und anerkannt sind, in denen GALILEI sein Trägheitsgesetz ausdrücklich ausspricht. Die eine kurze zu Beginn des Vierten Tages der *Discorsi*, welche schon oben (S. 92) angeführt wurde und welche in den Worten: „*Constat ex his, quae fusius alibi dicta sunt*“, zurückver-

*) — nur leider allzuschwer zugängliche; denn die „Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft“, Bd. XIV u. XV (1883, 84), wo man überhaupt eine Geschichte des Trägheitsgesetzes schwerlich suchen würde, ist keineswegs mehr leicht zugänglich, zumal dem Physiker (die Ztschr. heisst seit 1891 „Zeitschrift für Volkskunde). —

Vorstehendes war geschrieben, ehe Herr Dr. WOHLWILL sich auf die Bitte der Philosophischen Gesellschaft entschloss, eine zweite, vermehrte Ausgabe seiner Schrift zu veranstalten, welche als Bd. IV der Veröffentlichungen der Philos. Ges. in einem vom Verfasser noch näher zu bestimmenden Zeitpunkte erscheinen wird.

**) JOHANNESSON freilich macht es in der angeführten Abhandlung (vgl. S. 83, 148 ff.) über „Das Beharrungsgesetz“ zu einem Ruhmestitel GALILEI's, das Beharrungsgesetz nicht entdeckt zu haben; so S. 18: „Ich gebe WOHLWILL zu, dass GALILEI nicht dahin gelangt ist, den Beharrungssatz im Sinne NEWTON's vorzustellen; aber ich sehe darin nicht wie WOHLWILL einen Mangel; vielmehr meine ich, dass BALIANI an die schwächste Stelle der Unterredungen anknüpft, wo nämlich GALILEI sich selber untreu wird und der Einwirkung des Aristoteles erliegt . .“

***) POSKE, der a. a. O. S. 394 in obigen Worten WOHLWILL's Ergebnis kurz formulirt, stimmte hiemit 1884 der historischen Richtigkeit von WOHLWILL's Auffassung zu.

weist auf die andere Stelle im Dritten Tage der *Discorsi,* die auch sonst als die Hauptstelle gelten zu müssen scheint, und die ich, weil es im Folgenden durchaus auf die Abwägung einzelner Wörter und ihres Zusammenhanges ankommen wird, mir vollinhaltlich in möglichst wortgetreuer Uebersetzung*) wiederzugeben erlaube. Behufs schnellerer Orientirung sei es dabei gestattet, dass ich die Stellen, an welche die weitere Erörterung anzuknüpfen haben wird, durch die Buchstaben (a) bis (m) markire. — Nachdem soeben noch die rein phoronomischen Sätze über das Verhältnis der Wege bei gleichförmiger und bei gleichmässig beschleunigter Bewegung, welche wir durch die Gleichung $s = \frac{1}{2} vt$ ausdrücken, ausführlich erörtert worden waren, heisst es — also wie man sieht, ohne eigentlichen Uebergang oder Anschluss:

„Ueberdies möge man beachten, dass, was immer für ein Geschwindigkeitsgrad im Beweglichen sich vorfindet, er in diesem seiner eigenen Natur nach unzerstörbar enthalten ist, wofern nur äussere Ursachen der Beschleunigung oder Verzögerung aufgehoben sind, was allein auf der wagrechten Ebene zutrifft [*Attendere insuper licet, quod velocitatis gradus, quicunque in mobili reperiatur, est in illo suapte natura indelebiliter impressus, dum externae causae accelerationis, aut retardationis tollantur, quod in solo horizontali plano contingit*]: denn in absteigenden Ebenen ist schon eine Ursache grösserer Beschleunigung, in ansteigenden aber eine der Verzögerung vorhanden (a). Hieraus folgt gleichfalls, dass die Bewegung in der Horizontalen auch eine unaufhörliche sei: denn wenn sie gleichförmig ist, wird sie nicht schwächer, lässt nicht nach, und wird noch viel weniger aufgehoben [*si enim est aequabilis, non debilitatur, aut remittitur et multo minus tollitur*]. „Ist der Geschwindigkeitsgrad, den der Körper durch die natürliche Bewegung nach unten erlangt hat, seiner Natur nach unzerstörbar und ewig, so bleibt ferner in Betracht zu ziehen, dass, wenn nach dem Absteigen auf geneigter Ebene eine Ablenkung auf eine aufsteigende stattfindet, schon in dieser eine Ursache der Verzögerung vorhanden ist; denn auf einer solchen Ebene bewegt sich derselbe Körper naturgemäss abwärts“ [*Amplius, existente gradu celeritatis per naturalem descensum* (*b*) *a mobili acquisito suapte natura indelebili, atque aeterno, considerandum occurrit,*

*) Nach der Ausgabe von Alberi, Tomo XIII, S. 200—203. OETTINGEN's Uebersetzung in Ostwald's Classikern Bd. 24, S. 57 dürfte an einigen wesentlichen Stellen nicht völlig sinngetreu sein.

quod si post descensum per planum declive fiat reflexio, per aliud planum acclive, iam in isto occurrit causa retardationis: in tali enim plano idem mobile naturaliter descendit (*c*)]; deshalb tritt eine gewisse Mischung [*mixtio quaedam*] entgegengesetzter Anregungen ein, nämlich des Grades jener im vorausgegangenen Sinken erworbenen Geschwindigkeit, der an und für sich den gleichförmig sich bewegenden Körper ins Unendliche führen würde (d) [*qui per se uniformirter mobile in infinitum adduceret*], und der natürlichen Neigung zur Abwärtsbewegung nach dem nämlichen Verhältnis der Beschleunigung, nach welchem er sich immer bewegt. Es wird daher sehr verständlich erscheinen, wenn wir, die Umstände untersuchend, unter welchen das Bewegliche nach dem Sinken über irgend eine schiefe Ebene auf irgend eine ansteigende abgelenkt wird, jenen beim Absteigen erlangten Grad als den grössten annehmen, der von selbst auf der ansteigenden Ebene ins Unendliche sich erhalten würde (e) [*idem per se perpetuo in ascendente plano servari*]; dass aber während des Ansteigens für ihn die natürliche Neigung nach abwärts überwiege und zwar im nämlichen Betrage, wie er bei der beschleunigten Bewegung vom Ruhestande aus ihn erhalten würde. Da dies vielleicht etwas schwieriger einzusehen ist, werde es durch eine Zeichnung verdeutlicht.

Man stelle sich also vor, das Absteigen sei längs der Ebene AB geschehen (Fig. 82), von wo aus sich die abgelenkte Bewegung über die ansteigende BC fortsetze; und zwar seien zunächst die Ebenen einander gleich und unter gleichen Winkeln zum Horizonte GH geneigt. Nun steht schon fest, dass das aus der Ruhe in A längs AB herabsinkende Bewegliche Geschwindigkeitsgrade erhält, die proportional der Zeit sind: der Grad in B wird der grösste unter den erworbenen sein und seiner eigenen Natur nach unveränderlich dem Körper eingeprägt bleiben (f) [*et suapte natura immutabiliter impressum*], falls nämlich die Ursachen neuer Beschleunigung oder Verzögerung aufgehoben sind, d. h. der Beschleunigung, die einträte, wenn er über die erweiterte Ebene (g) noch weiter fortschreiten würde, dagegen der Verzögerung, wenn eine Ablenkung längs der ansteigenden Ebene BC einträte: in der Horizontalen GH aber würde die gleichmässige Bewegung mit dem Grade der von A bis B erlangten Geschwindigkeit sich ins Unendliche ausdehnen (h). Ihr Betrag wäre ein solcher, dass in einer Zeit, die gleich ist der des Absteigens längs AB, in der wagrechten eine Strecke 2AB zurückgelegt würde.

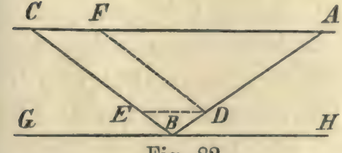


Fig. 82.

Wenn wir nun aber annehmen, dass derselbe Körper mit demselben Geschwindigkeitsgrad gleichförmig über die Ebene BC sich bewegt, so dass er auch auf dieser in einer Zeit, die der des Sinkens längs AB gleich ist, in der Richtung der verlängerten BC eine Strecke gleich 2 AB zurücklegen würde; wenn wir aber sehen, dass sogleich von Beginn seines Ansteigens ihm seiner Natur nach eben das hinzukomme, was ihm bei der Bewegung von A aus über die Ebene AB zugekommen war, nämlich ein gewisses Sinken aus dem Ruhezustande nach denselben Graden der Beschleunigung, kraft deren, wie es in AB stattfand, er in derselben Zeit um ebensoviel längs der emporgebogenen Ebene sinkt, um wie viel er längs AB gesunken ist; so erhellt, dass durch eine solche Zusammensetzung [*ex ejusmodi mixtione*] der gleichartigen, aufsteigenden und beschleunigt absteigenden Bewegung der Körper längs BC den Punkt C erreichen wird (i) in Folge zweier Geschwindigkeitswerte, die einander gleich sein werden. Nimmt man beiderseits Punkte D und E gleich weit von B, so ist die Fallzeit längs DB gleich der Steigzeit längs BE; denn wenn DF parallel BC gezogen wird, so wissen wir, dass nach dem Fall längs AD der Anstieg längs DF geschieht. Wenn aber in D der Körper sich horizontal längs DE fortbewegt, so ist die Geschwindigkeit in E dieselbe wie in D, folglich steigt der Körper von E bis C; also ist der Geschwindigkeitsgrad in D gleich dem in E. Auf Grund dessen können wir mit Recht behaupten, dass, wenn über irgend eine absteigende Ebene ein Sinken stattfindet, auf welches eine Ablenkung über eine ansteigende Ebene erfolgt, der Körper durch den empfangenen Antrieb [*per impetum conceptum*] bis zur nämlichen Höhe oder Erhebung über den Horizont ansteigen wird. Fällt der Körper längs AB, so steigt er längs BC bis C, d. h. bis zur Horizontalen AC, nicht nur wenn die Neigungen beider Ebenen gleich, sondern auch wenn sie ungleich sind, wie die der Ebene BD. Denn es ist schon früher festgestellt worden, dass die Geschwindigkeitsgrade gleich sind auch bei ungleichen Neigungen (k), falls nur die Höhen der Ebenen gleich sind. Ist also die Neigung der Ebenen EB und BD dieselbe (Fig. 83), so reicht das Sinken längs EB aus, den Körper über BD bis nach D zutreiben, da dieser Anstoss in Folge des im Punkte B

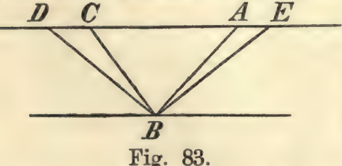


Fig. 83.

erlangten Geschwindigkeitsantriebes geschieht [*descensus per EB impellere valet mobile per planum BD usque ad D, cum talis impulsus fiat propter conceptum velocitatis impetum in puncto B*]; und zwar sei der Antrieb in B derselbe, ob der Körper über AB oder über EB

herabsank, woraus sich ergiebt, dass der Körper in gleicher Weise über BD nach dem Sinken längs AB wie längs EB emporgetrieben wird (l). Allerdings ist die Zeit des Anstieges längs BD grösser (m) als die längs BC, wie auch die Fallzeit für EB grösser ist als für AB; denn wie schon bewiesen ist, verhalten sich diese Fallzeiten wie die Längen der entsprechenden Ebenen." [Die nun folgende Darstellung führt diese Beziehungen der Fallzeiten näher aus.]

Es bedurfte der ganzen Feinheit und Umsicht der Beweisführung Wohlwill's, um es glaubhaft zu machen, dass für Galilei die Beharrung in der Horizontalen in der That grössere subjective Ueberzeugungskraft*) gehabt habe als die in irgendwelchen anderen Richtungen. Insbesondere weiss Wohlwill das sonst naheliegende Gegenargument, Galilei habe ja nicht nur den horizontalen, sondern auch den schiefen Wurf behandelt**) und müsse also die Erhaltung der Geschwindigkeit auch nach der schiefen Anfangsrichtung erkannt haben, durch die Betonung des Kunstgriffes, durch den Galilei den schiefen auf den horizontalen Wurf zurückführt (Symmetrie des auf- und des absteigenden Astes), überzeugend abzuschwächen, wenn auch nicht völlig gegenstandslos zu machen.

---

*) In der kürzlich erschienenen Abhandlung „Die Entdeckung der Parabelform der Wurflinie" (Abh. zur Gesch. d. Mathem. IX, 579—624) führt Wohlwill folgende Stelle an: „Es bedarf des Bewegenden, damit die Bewegung anfängt, aber dafür, dass sie fortdauert, genügt, dass sie keinen Widerstand findet," in welchen Worten schon 1607 (21 Jahre vor dem Erscheinen der Discorsi) die Lehre Galilei's von einem seiner Schüler formulirt ist. Wohlwill sagt von dieser Stelle: „Sie widerspricht scheinbar der dort [in der Abhandlung von 1884] durchgeführten Auffassung, dass Galilei das Princip der unveränderten Erhaltung der Bewegung in Beschränkung auf die Bewegung in horizontaler Richtung vertreten habe. In Wahrheit beweist auch die Aeusserung Castelli's nur, dass diese Beschränkung, die bei Galilei durch individuelle Veranlassungen bedingt war, von seinen Schülern nicht beachtet wurde, wie ich dies bei Cavalieri und Toricelli nachzuweisen versucht habe."

**) Auch in der soeben angeführten neuesten Veröffentlichung berichtet Wohlwill (S. 582) über Versuche, die Galilei ebenso wie mit horizontal auch mit schräg gezielten Schüssen anstellte. Allerdings handelte es sich damals nicht um das Trägheits-, sondern um das Unabhängigkeitsprincip. — Auch Mach (a. a. O. S. 133) hat auf eine Stelle in den „Dialogen über die beiden Weltsysteme" hingewiesen, „dass eine schwerlose Flintenkugel in der Richtung des Laufes fortfliegen würde"; wo zwar die wagrechte oder schiefe Richtung des Laufes nicht ausdrücklich erwähnt, nach dem Zusammenhange der Mach'schen Stelle aber jedenfalls gemeint ist.

Eine völlige Widerlegung von Wohlwill's Auffassung läge in der oben angeführten Stelle (b) — wenn hier Oettingen's Uebersetzung recht hätte, welche lautet: „..da die beim freien Fall erlangte Geschwindigkeit unzerstörbar und unaufhörlich ihm eigen ist..". Denn hätte hier Galilei wirklich auch für die verticale Bewegung im freien Fall die Unzerstörbarkeit ausdrücklich gelehrt, so entfiele ja nicht einmal mehr sozusagen eine Componente der „Unzerstörbarkeit" nach der Horizontalen; bezw. von der Horizontalen in die Verticale. Aber man wird schwerlich das „*per naturalem descensum*" (b) mit „freiem Fall" übersetzen dürfen, da die sechs Zeilen später folgenden Worte „*naturaliter descendit*" (c) sich ausdrücklich auf eine schiefe Ebene beziehen. — Wohlwill kommt auf diese Stelle, welche mir auf Grund von Oettingen's Uebersetzung lange Zeit eine schlagende Widerlegung von Wohlwill's ganzer These geschienen hatte, erst S. 101 des S. A. seiner Abhandlung zu sprechen, wo er von ihr die oben unter „—" wiedergegebene Uebersetzung giebt und dann (S. 103) sagt: „Während der Wortlaut dort die Auffassung nahe legt, dass die unmittelbar zuvor auf die horizontale Bewegung beschränkte Unzerstörbarkeit und ewige Dauer des erlangten Geschwindigkeitsgrades nachträglich auch auf die Geschwindigkeit angewandt werden soll, die der fallende Körper in irgend einem Zeitpunkte erlangt hat, mögen weitere Beschleunigungen folgen oder nicht, so verdeutlicht die nachfolgende Auseinandersetzung, dass es der Absicht des Verfassers keineswegs entspricht, wie beiläufig durch den einen Ausdruck das absolute Beharren der Componenten auch in der beschleunigten Bewegung zu lehren, dass er vielmehr auch hier nur den Fall einer Ablenkung des Körpers in die horizontale Ebene stillschweigend vorausgesetzt hat." — Ich gestehe, dass ich meinerseits aus dieser Stelle nicht herauslesen kann, dass hier die Unzerstörbarkeit als erst nach dem Uebergang auf die Horizontale bestehend angenommen sei, wenn sie sich auch erst auf dieser sozusagen wahrnehmbar äussert. Das wiederholte *suapte natura* scheint sich doch auf den Geschwindigkeitsgrad unabhängig von seiner jeweiligen Richtung zu beziehen, längs deren er erworben wurde und bei jeder Nichtablenkung sich erhalten würde. Ja die Stelle (e) spricht sogar ausdrücklich davon, dass der Geschwindigkeitsgrad „von selbst auf der ansteigenden Ebene ins Unendliche sich erhalten würde"; also hier ausdrücklich in einer Nicht-Horizontalen. Und so auch, wo (von h an) Galilei ausrechnet (nicht nur wie sonst öfters als unmittelbar plausibel einführt), dass die alte Höhe im Ansteigen

erreicht werde; denn wenn er hier längs der schief aufwärts gerichteten Ebene BC den Weg 2 AB zurückgelegt denkt, so geschieht dies, indem er sich die Endgeschwindigkeit in B, welche, die Fallzeit $t = 1$ gesetzt, $v = g$ ist, ebenso gleichförmig aufwärts wie sonst wagrecht erhalten denkt; worauf von ihr erst wieder die gleichzeitig schief abwärts von C nach B gerichtete Fallstrecke $s = {}^1/_2 g$ als abzuziehend gedacht wird; woraus $g - {}^1/_2 g = {}^1/_2 g$. — Eben eine solche Gleichgiltigkeit der Richtung bei gegebener Geschwindigkeit stellt dann einen charakteristischen Zug des Energie-Gedankens dar, auf welche Seite der Galilei'schen Conception wir alsbald (S. 114) zurückkommen.

Mach's Stellung zur Frage nach dem historisch-psychologischen Hergang bei der Auffindung des Trägheitsgesetzes durch Galilei ist in folgenden Stellen seiner Geschichte der Mechanik (III. Auflage 1897, S. 131, 132) gegeben: „Galilei befolgte bei allen seinen Ueberlegungen zum grössten Vorteil der Naturwissenschaft ein Princip, welches man passend das Princip der Continuität nennen könnte. . . Galilei betrachtet einen Körper, welcher auf der schiefen Ebene AB herabfällt und, mit der erlangten Fallgeschwindigkeit auf eine andere, z. B. BC, gesetzt, auf derselben wieder aufsteigt.

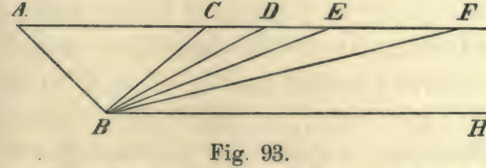
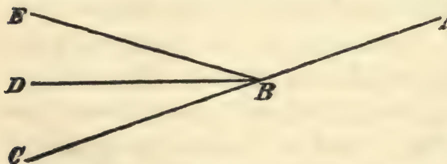


Fig. 93.

Er steigt auf allen Ebenen BC, BD u. s. f. bis zur Horizontalebene durch A auf. Sowie er aber auf BD mit geringerer Beschleunigung fällt als auf BC, so steigt er auf BD mit geringerer Verzögerung. Je mehr sich die Ebenen BC, BD, BE, BF der Horizontalebene nähern, desto geringer ist auf denselben die Verzögerung des Körpers, desto länger und weiter bewegt er sich auf denselben. Auf der Horizontalebene BH verschwindet die Verzögerung ganz (natürlich abgesehen von der Reibung und dem Luftwiderstande), der Körper bewegt sich unendlich lange und unendlich weit mit constanter Geschwindigkeit. Indem nun Galilei bis zu diesem Grenzfall fortschreitet, findet er das sogenannte Gesetz der Trägheit, nach welchem ein Körper, der nicht durch besondere bewegungsändernde Umstände (Kräfte) daran gehindert ist, seine Geschwindigkeit (und Richtung) fortwährend beibehält“ .... S. 133: „Mit der eben gegebenen Darlegung glaube ich aber immer noch, entgegen der Meinung von Wohlwill und Poske,

denjenigen Punkt bezeichnet zu haben, der sowohl Galilei als seinen Nachfolgern den Uebergang von der alten Vorstellung zu der neuen am deutlichsten zum Bewusstsein bringen musste“. . . S. 135: „Man erkennt aber leicht, dass das Trägheitsgesetz gar kein besonderes Gesetz ist, sondern in der Galilei'schen Anschauung, dass alle bewegungsbestimmenden Umstände (Kräfte) Beschleunigungen setzen, schon mit enthalten ist.“

Mach teilt nicht mit, auf welche specielle Stelle aus Galilei's Werken sich diese historische Darstellung von Galilei's Gedankengang bei Einführung des „Unzerstörbarkeits“-Begriffes stützt; aber die Aehnlichkeit der Figur 93 bei Mach und der Figur 83 bei Galilei verleiht ein besonderes Interesse dem Umstande, dass Galilei gerade an derjenigen Stelle (l), wo man sich den Uebergang zur Grenze erwartet, einen solchen überhaupt nicht macht. Es heisst hier (m) nur, „die Zeit des Anstieges längs BD ist grösser“ — aber eben hiemit bricht auch die Darstellung ab, ohne von einem „grösser und immer grösser“, geschweige einem „unendlich werden“ etwas zu sagen oder auch nur anzudeuten; wogegen doch sonst die Wörter *„aeternum“*, *„perpetuo, in infinitum“* *) u. dgl. in den benachbarten Stellen keineswegs vermieden sind. — Ich leugne hiemit durchaus nicht, dass sich Galilei des Continuitätsprincipes überhaupt sonst mit dem von Mach geschilderten Erfolg bedient hat.**) Ja man kann aus einer andern der obigen Stellen, nämlich (g, h), sogar wirklich etwas wie einen Uebergang von der absteigenden durch die Horizontale zur ansteigenden Ebene herauslesen; nur ist dann hier wieder nicht mehr die Rede von einem Ansteigen zur alten Höhe, auf die es in Mach's Figur und Text wesentlich ankommt, sondern entsprechend etwa einer Figur wie die nebenstehende. — Ich glaube also, wir dürfen — wenigstens auf



Grund jener grösseren und auch sonst so entscheidend wichtigen Stelle der *Discorsi* — nur sagen, Galilei hätte auf das Trägheits-

*) JOHANNESSON (a. a. O. S. 19) glaubt allerdings zeigen zu können, „wie wenig GALILEI mit den Ausdrücken „unaufhörlich, unendlich, unzerstörbar“ den heutigen Unendlichkeitsbegriff im Sinne hat“. — Die hiefür beigebrachte Begründung wird aber durch das unten, S. 114, Anm. zu erwähnende Bedenken mit getroffen.

**) POSKE giebt a. a. O. S. 395 noch eine Reihe schöner Beispiele solcher Uebergänge bei GALILEI.

gesetz nach MACH's Methode*) leicht kommen können, nicht aber, dass er wirklich auf diese Art dazu gekommen sei oder dass ihm gerade diese Methode das Gesetz „am deutlichsten zum Bewusstsein bringen musste."

Wenn ich nun aber auch weder in WOHLWILL's noch in MACH's Darstellung die gesuchte psychologische Feststellung, wie es in GALILEI bei der Entdeckung des Beharrungsgesetzes thatsächlich zugegangen sei, streng überzeugend und erschöpfend finden kann, so enthalten doch beide Darstellungen wertvolle Hinweise auf eine andere Lösung dieser historisch-psychologischen Frage.

POSKE's Worte: „Am wahrscheinlichsten ist . . dass er [GALILEI] die Idee in den Thatsachen unmittelbar erschaut hat," sprechen das Problem in seiner weitest gehenden Vertiefung aus. Denn das Geniale der Entdeckung ist durch das Wort „erschaut" am lebhaftesten charakterisirt — dafür aber nun das Wesen des genialen „Schauens" und „Erschauens" selbst als ein nicht zu umgehendes psychologisches Problem in die Untersuchung mit hineingezogen.

Vielleicht fühlt man sich schon befriedigt, wenn man den Begriff einer „Anpassung" des genialen Erkennens an die zu erkennenden Dinge heranzieht. Wo eine so hohe Anpassungsfähigkeit des Intellects vorliegt, dass sich dieser zu seinem Gegenstande verhält, wie das der *mimicry* fähige Insekt zu dem Baumblatt, dem es sich anähnelt, da hat eben der Intellect die uns auch schon in niedrigeren Graden als wunderbar berührende Einheit mit seinem Gegenstande vollends erreicht. — Wird man sich aber, auch wenn man ein bischen Mystik angesichts gewisser „Dinge zwischen Himmel und Erde" nicht scheut, auch nur die Thatsache selbst noch verständlich beschrieben, geschweige erklärt zu haben glauben, solange man nur beim Gleichnis stehen bleibt? — Ohne eine Erklärung des vielleicht Unerklärlichen erzwingen zu wollen, darf man immerhin fragen: Was heisst „erschauen" — in unserem Falle: die phoronomische „Idee" der constanten Bewegung und die dynamische „Maxime", das Trägheitsgesetz, erschauen? Wenn wir Nicht-Genialen eine solche Frage stellen, vermögen wir es nicht anders, als in Erinnerung an die uns geläufigen logischen Formen, und so gestaltet sich uns denn auch jene Frage in die andere um:

---

*) Dass diese Methode MACH's, den Anfänger wie von selbst auf das Trägheitsgesetz kommen zu lassen, didaktisch höchst wirksam ist, kann ich aus vieljährigem Unterrichte nach MACH's Lehrbuch, in dem sich dieselbe Figur findet, durchaus bestätigen.

Welches Allgemeine hat GALILEI in dem besonderen Falle der horizontalen widerstandslosen Bewegung erschaut? Unter welchen Obersatz hätten diejenigen Bewegungen zu fallen, auf die GALILEI das Trägheitsgesetz angewendet hat und in denen er es erschaut hat, wenn für ein nicht geniales Denken derjenige Zug in den Erscheinungen abstract namhaft gemacht werden soll, den der Geniale nicht abstract und nicht allgemein, wohl aber als das ihn fesselnde „Wesentliche“ der Erscheinung heraushebt und festhält? GALILEI selbst hat uns durch die unvermittelte Einführung der Behauptung, „dass der Geschwindigkeitsgrad, was immer für einen der Körper aufweist, in ihm selbst unzerstörbar enthalten ist,“ jede Andeutung eines solchen Schlussverfahrens versagt — ja er hat uns vielmehr eben hiedurch wahrscheinlich gemacht, dass ein solches Schlussverfahren in ihm sich wohl überhaupt nicht abgespielt hat. Dennoch zeigt sich sein Denken in dem auffallend unvermittelten Hinstellen des Satzes von der Gleichheit der Endgeschwindigkeiten bei gleicher Falltiefe, gleichviel ob im freien Fall oder an schiefer Ebene, wie auch sonst durch den Satz vom Aufsteigen zu gleicher Höhe beim Hemmungspendel und bei den ab- und ansteigenden schiefen Ebenen (LAGRANGE nennt es *un principe précaire*), so beherrscht durch diejenigen Vorstellungen, die wir heute als energetische bezeichnen, dass wir nicht ohne Grund sagen können: Was GALILEI als „Unzerstörbarkeit des Geschwindigkeitsgrades“ „erschaut“ hat, wäre, als einheitlicher Obersatz formuliert, der Satz von der Erhaltung der mechanischen Energie.*) — Wie sehr der dem Energiebegriff correlative Arbeitsbegriff längst vor seiner sozusagen officiellen Formulirung GALILEI geläufig war, ist ja aus der Geschichte der Mechanik allgemein bekannt. LAGRANGE schreibt ihm eine sehr umfassende Vertrautheit mit dem Princip der virtuellen Verschiebung zu, das ja selbst nur das Gesetz der Erhaltung der Arbeit an Maschinen (im allgemeinsten Sinne) ist, u. s. f. Jedenfalls verteilen sich, wenn man sonst gerne ein-

---

*) Auch JOHANNESSON (a. a. O. S. 20) findet „die Auffassung mindestens zulässig, dass GALILEI die Gleichförmigkeit der wagrechten Bewegung im Sinne des Satzes von der Erhaltung der Kraft, nicht aber der NEWTON'schen Beharrungslehre verstanden wissen wollte“. — Ich weiss mit diesem Zugeständniss nur nicht den Anstoss zu vereinen, welchen der Verfasser eine Seite vorher an der — sachlich doch durchaus richtigen und durch den Gedanken der an der Erde kugelförmigen Niveauflächen geforderten — Bemerkung nimmt, dass eine horizontale Ebene eigentlich nicht „weder an- noch absteigend“ sei. — Eben hierauf stützt aber JOHANNESSON auch seine oben (S. 112 Anm.) erwähnte Unterscheidung zwischen dem GALILEI'schen und dem modernen Unendlichkeitsbegriff.

heitlich von der „Galilei-Newton'schen Mechanik" spricht, die beiden Leitbegriffe dieser Mechanik so, dass der der „Arbeit" Galilei, der der „Kraft" Newton näher lag, und somit Galilei der modernsten Entwicklung der Mechanik, ja der ganzen Naturwissenschaft, nämlich der energetischen, näher gestanden war, als sein Nachfolger. Von allen Anwendungen energetischer Vorstellungen ist aber eben das Trägheitsgesetz die einfachste (wenn auch vielleicht ebendeshalb nicht nächstliegende, denn man mag sie immerhin überflüssig künstlich nennen): Der Körper hat keine Gelegenheit, seine Energie an andere abzugeben oder von ihnen Energie zu empfangen, also behält er seine Energie; und weil seine Masse unverändert ist, ändert sich auch seine Geschwindigkeit nicht. — Da eine Aenderung der Richtung mit dem Unverändertbleiben der kinetischen Energie noch verträglich ist, so würde sie, wenn man diese Subsumption des Trägheitsgesetzes unter den Energiesatz überhaupt als „Ableitung" des „Trägheitsgesetzes" will gelten lassen, jedenfalls nur eine Erklärung für die Constanz der Geschwindigkeit, nicht für die Constanz der Richtung gestatten. Gerade das trifft aber durchaus zusammen mit der oben (S. 111) bemerkten „Gleichgiltigkeit" der Richtung, ja gerade auch mit Wohlwill's These, dass Galilei das Trägheitsgesetz höchstens in zweiter Linie für die Geradlinigkeit, in erster Linie aber nur für die Erhaltung der Geschwindigkeit bei der Bewegung in einer Niveaufläche der Erde entschieden vertreten habe. — Die historische spitzt sich dann auf die logische Frage zu, inwieweit die Bevorzugung der Horizontalen als der bei dem nun einmal gegebenen Kraftfeld der Erde einzigen Niveaufläche in dieser ihrer speciellen Eigenschaft, oder nur in Folge noch nicht hinreichend weit gediehener logischen Analyse und Verallgemeinerung für Galilei „individuell veranlasst" gewesen sei.

Auch Mach's Darstellung von Galilei's Gedankengang bei Aufstellung des Trägheitsgesetzes bedient sich mit dem Erreichen des ursprünglichen Niveaus erst in unendlicher Entfernung eines Gedankens, der in unserer Sprache ein wesentlich energetischer ist. Aber es bedarf für den didaktischen Erfolg der Fig. 93 beim Hinführen auf das Trägheitsgesetz nicht erst des dynamischen Gedankens der zum Erreichen des alten Niveaus nothwendigen und ausreichenden Energie, sondern es genügt schon der phoronomische (oder eigentlich nur geometrische), dass die Strecke bis zum alten Niveau bei abnehmender Neigung immer länger wird. — Ja, indem Galilei das Erreichen des Ausgangsniveaus durch die oben (S. 111) angedeutete

Rechnung $g - {}^1/_2 g = {}^1/_2 g$ doch aus der Erhaltung der Geschwindigkeit (schief aufwärts) ableitet, hätte er eigentlich durch ein Zurückgehen vom „energetischen" Weltbild auf das im engeren Sinne „dynamische" im Geiste der allerneuesten Wendung gehandelt, indem ja auch HERTZ seinem „zweiten", dem energetischen Weltbild das ältere wieder vorzieht. — Vielleicht ergäbe sich aus einem zusammenfassenden Ueberblick über alle mechanischen Erscheinungen, bei deren Auffassung sich GALILEI's Denken durch dynamische Vorstellungen überhaupt und durch energetische insbesondere beherrscht zeigt, ein weiterer Wahrscheinlichkeitsgrund dafür, welches für GALILEI der letzte psychologische Ursprung seines Trägheitsgesetzes gewesen sei. Ein im eigentlichen Sinne apriorischer war es auf keinen Fall. Physikalisch genommen nicht, weil weder die Conception der Beschleunigungen, noch die der Arbeiten bei anderen als horizontalen Bewegungen für GALILEI je den Charakter einer Beschreibung und Erklärung von Thatsachen verleugnet. Psychologisch und erkenntnistheoretisch genommen nicht, weil auch „genial Erschauen" (wie alle „Anschauung", sofern das Wort nicht missbraucht wird), auf Vorstellungen, dagegen „*a priori* Erkennen" erst auf das Beurteilen der zwischen diesen Vorstellungen (höchst anschaulichen nicht minder als unanschaulichen) bestehenden Relationen geht.

Kehren wir von all diesen, an den gegenwärtigen Stand der Trägheitsprobleme anknüpfenden Erörterungen zu KANT zurück, so wird diese „Rückkehr zu KANT" schwerlich die Anerkennung des von ihm in Sachen jenes Problemes eingenommenen Standpunktes als eines dem gegenwärtigen Stande der Frage überlegenen sein können. — Vielleicht möchte sich ein principieller Anhänger KANT's mit der auf S. 101 begründeten Anerkennung des Trägheitsgesetzes als „Maxime" und der hierin sich bekundenden „psychischen Activität" als einer Annäherung an die letzte Intention des Kriticismus begnügen. Ich möchte aber abrathen, ein solches Maass von Übereinstimmung schon als Zustimmung zum KANT'schen Systeme als solchem in Anspruch zu nehmen. Denn nach diesem wäre das Trägheitsgesetz deshalb *a priori*, weil es „der Verstand der Natur vorgeschrieben" habe (wie er ja ihr nach der S. 92 Anm. angeführten Stelle alle Gesetze vorschreiben soll); es haben aber die vorstehenden Ausführungen zu zeigen gesucht, dass unserer hier gemeinten psychischen Activität nur die „Idee" (Vorstellung von der genau constanten Bewegung), nicht

aber unser Wissen (evident gewisses Urteil) um das Realisirtsein eines solchen Gesetzes zu verdanken ist. Der Realismus, welcher dieser meiner Auffassung zu Grunde liegt (— „naiv“ ist er nicht — ob darum schon hinreichend „kritisch“, habe nicht ich zu beurteilen), ist gewiss unüberbrückbar verschieden vom „kritischen Idealismus“, wie immer nuancirt man diesen auch auslegen mag. — Sollte aber am Ende doch der Kriticismus, nicht der Realismus, im Rechte sein, so wird sicherlich ein „letztes“ Naturgesetz, wie das Beharrungsgesetz, sich methodisch besonders empfehlen, an ihm das Wesen des Kriticismus überhaupt klar zu machen.*) Vielleicht ist aus diesem Grunde Anhängern Kant's, welche sich im übrigen mit den vorstehenden Erörterungen nicht einverstanden erklären können, der Anlass zu einer neuerlichen Revision von Kant's Stellung zum Trägheitsgesetz nicht unwillkommen. — —

Unabhängig vom Grundgedanken des Kriticismus und speciell auch von Kant's Stellung zur apriorischen Natur des Trägheitsgesetzes ist der Vorschlag Kant's in den ersten Zeilen der Anmerkung S. 83 für eine Einschränkung des Ausdruckes „Trägheit“. Bekanntlich werden die Ausdrücke Trägheit und Beharrung, ebenso Trägheitsgesetz und Beharrungsgesetz, fast überall *promiscue* gebraucht; auch ich habe es im Obigen so gehalten. Nun liegen uns folgende zwei physikalische Thatsachen vor:

a. Wo keine Kraft ist, ist keine Beschleunigung;

b. Wo Beschleunigung ist, ist Kraft.

Beide Sätze sind, wie formal logisch vielleicht nicht auf den allerersten Blick einleuchtet, aber durch mehrmalige Anwendung der Aequipollenz- und Conversions-Regeln leicht zu zeigen ist**), einander

*) Das hat z. B. Lasswitz unternommen, indem er so schliesst: „Die Bewegung beharrt. Dies ist auf unserem kritischen Standpunkte *a priori* klar, nicht nach dem „„Satze vom zureichenden Grunde““, weil man etwa keinen Grund einsehe, weshalb sie nicht beharren sollte, — sondern gemäss der phänomenalen Schöpferkraft unseres Ich, welche den ihr aufgedrungenen Begriff nicht wieder vernichten kann, bis ihr ein anderer Begriff aufgedrungen wird, der dazu im Stande ist.“ Atomistik und Kriticismus S. 78; vergl. hiezu die Ablehnung dieses Beweises durch Poske a. a. O. S. 390. —

**) Nämlich so: I. Gehen wir von b) aus und setzen:

Wo Beschleunigung (S), da Kraft (P); S a P.

Aus S a P folgt per aequipollentiam S e non P

Aus S e non P folgt per conversionem non P e S

Aus non P e S folgt per aequipollentiam non P e non S — also

Wo keine Kraft, da keine Beschleunigung - das Gesetz a).

inhaltlich völlig aequivalent, d. h. aus a) folgt b), aus b) folgt a). Diese logische Aequivalenz ist aber doch nicht logische Identität (Inhaltsgleichheit); es werden zum mindesten „zwei Seiten“ derselben Thatsache hervorgehoben. Von den beiden Sätzen sagt a), „was die Materie nicht thut“ (nämlich bei Abwesenheit von Kraft Beschleunigungen annehmen); für dieses und nur für dieses Gesetz a) also empfiehlt sich aus dem von Kant hervorgehobenen Grunde*) der Name Trägheitsgesetz. Es bleibt dann für b) der Name Beharrungsgesetz; aber dies schon nur mittelbar. Denn es ist zwar richtig, dass, wenn Kräfte wirken, der Körper, indem er Beschleunigung annimmt, einen „Widerstand“ leistet; dies auszusprechen ist aber schon der dritten *lex motus*, dem Gegenwirkungsprincip, vorbehalten (wenigstens was die qualitative Seite der Thatsache betrifft, zu welcher die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung erst wieder die quantitative Vervollständigung bildet). Auch Kant deutet in der angeführten Stelle auf das Gegenwirkungsprincip hin; aber er dürfte zu weit gehen, wenn er die Warnung für nöthig hält, nicht das Gegenwirkungsprincip selbst als Trägheitsgesetz zu bezeichnen; denn das ist wohl kaum Jemand eingefallen, nachdem einmal die I. und die III. *lex motus* überhaupt formulirt waren. — Im Grunde handelt es sich natürlich bei beiden Bezeichnungen „Trägheit“ und „Beharrung“ um Anthropomorphismen; vielleicht findet man es aber, auch ohne dies allzu ernst zu nehmen, bequem, sich durch den Gedanken des Negativen, das im Worte „Trägheit“, sowie durch den des Positiven, das im Worte „Beharrung“**) liegt, an

---

II. Aehnlich lässt sich auch von a) zu b) gelangen. — Die hier gebrauchten Schlussketten haben nicht (wie z. B. die Aufeinanderfolge von Aequipollenz und Conversion den Namen „Contraposition“) besondere Namen in der herkömmlichen formalen Logik.

*) S. 83, Z. 15 v. o.: [Das Gesetz der Gegenwirkung] „sagt, was die Materie thut, [das Gesetz der Trägheit] aber nur, was sie nicht thut, welches dem Ausdrucke Trägheit besser angemessen ist.“ — Mit dieser Auslegung des Wortes „träg“ als einer wesentlich negativen (wie auch mein Sprachgefühl es mich finden lässt) steht freilich schon wieder nicht im Einklang, ja wohl gar im Widerspruch die folgende:

S. 89, Z. 3 v. o.: „Nur lebende Wesen werden . . träg genannt, weil sie eine Vorstellung von einem anderen Zustande haben, den sie verabscheuen, und ihre Kraft dagegen anstrengen.“ — Gleichwohl dürfte es, wenn es zu wählen gilt, in welcher der beiden Stellen die Absicht KANT's zu unmissverständlicherem Ausdrucke kommt, die erstere entscheidend bleiben.

**) So hat man jederzeit von einem „Beharrungsvermögen“, kaum aber von einem „Trägheitsvermögen“ gesprochen. — Die „*vis inertiae*“ ist hiefür

die Terminologie zu gewöhnen, welche ich hiemit unter theilweisem Anschluss an Kant vorschlage:

Trägheitsgesetz: Wo keine Kraft, da keine Beschleunigung;

Beharrungsgesetz: Wo Beschleunigung, da Kraft*) — und das als „Widerstand" gegen das Beschleunigtwerden sich äussernde „Bestreben", in dem alten Zustande zu — — „beharren".

---

freilich ein Gegengewicht; desgleichen „Trägheitsmoment" (welches übrigens nach Analogie zum „Kraftmoment" besser „Massenmoment" hiesse).

*) Poske sagt zum Schluss seiner Abhandlung: „Es empfiehlt sich . . die Bezeichnung Beharrungsgesetz nur auf die Galilei'sche, die Bezeichnung Trägheitsgesetz nur auf die Newton'sche Fassung anzuwenden"; wobei P. den Gedanken: „Wo keine Kraft, da keine Beschleunigung" vorzugsweise mit Galilei, „Wo Beschleunigung, da Kraft" mit Newton in Verbindung bringt. — Ich begnüge mich einstweilen mit dem Maasse von Uebereinstimmung zwischen Poske und mir, dass wir beide die Ausdrücke „Trägheits- und Beharrungsgesetz" nicht *promiscue* verwendet wissen wollen. Vielleicht regt die bisher nicht behobene Uneinigkeit zwischen Poske's und meinem Sprachgefühl in diesem Punkte Andere zur Prüfung des ihrigen an. Wichtiger als das Auseinanderhalten der Worte bleibt ja auch hier das der zweierlei Gedanken.

Zum vierten Hauptstück: Phänomenologie.

(S. 93—104.)

Das vierte Hauptstück hat, physikalisch genommen, zum alleinigen Gegenstande das Problem des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung. Es wird aber dieser physikalische Gegenstand mehr noch als in den drei vorausgegangenen Hauptstücken überall aufs innigste durchsetzt von der erkenntnistheoretischen, „transscendentalen“ Betrachtung als solcher; und eben hiedurch ist auch das Hauptstück zu einem Titel gekommen, der nicht, wie die Titel der drei vorangegangenen Hauptstücke, auch in der Physik als solcher Platz hat. Ein Capitel „Phänomenologie“ wird wohl auch jeder künftigen Physik oder Mechanik noch fremder bleiben als z. B. das künstliche Trennen der „Dynamik“ von „Mechanik“ in KANT's Sinne. Denn wenngleich die Frage, ob ein bestimmter physikalischer oder sonstiger physischer Gegenstand „ein Gegenstand der Erfahrung sein kann“, wie es die erste „Erklärung“ des Vierten Hauptstückes von der „Materie als dem Beweglichen“ aussagt, auch schon für den Physiker natürlich niemals müssig ist, so scheint sie sich doch ganz gleichmässig auf alle Arten von Phänomenen zu erstrecken, so dass es ganz besondere Gründe haben müsste, wenn gerade nur das eine Problem der „Absolutheit“ von Raum und Bewegung zu einem besonderen Titel „Phänomenologie“ Anlass geben soll. — Es wird sich zum Schlusse der nachfolgenden Erörterungen herausstellen, dass eine solche Bevorzugung — wenn auch nicht in der scharfen Einseitigkeit wie bei KANT — ihre sachlichen Gründe hat: indem nämlich, wer sich der Gedanken des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung trotz der sehr verbreiteten Scheu vor ihnen doch nicht zu entschlagen vermag, wider willen Zeugniss ablegt für das Dasein und die Unentbehrlichkeit von „indirecten Vorstellungen“, also offenkundig psychischen, nicht restlos auf physische Phänomene zurückführbaren Gebilden, die namentlich weiter über blosse „Empfin-

dungen“ (und die ihnen direct entsprechenden Phantasiebilder) hinausgehen, als es sonst innerhalb der vom Physiker benutzten Vorstellungen physischer Gegenstände vorzukommen pflegt. — Doch über diesen allgemeinsten psychologischen Gesichtspunkt zur Rechtfertigung des Titels „Phänomenologie“ einiges Principielle erst zum Schluss (S. 158 ff.); vorerst einige speciellere psychologische und logische Beiträge zu dem alten physikalischen Problem.

Mancher mag, wenn er heute noch von einem „Problem“ des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung hört, ungeduldig werden und erklären, das seien überhaupt keine Probleme mehr; soviel sei nachgerade ausgemacht, dass „aller Raum und alle Bewegung relativ“ sei. — Vielleicht wäre es eine nicht uninteressante Unternehmung, einmal einfach eine Statistik darüber aufzustellen, wie viele von Denjenigen, welche sich planmässig mit diesen Dingen beschäftigt haben, wirklich mit der Relativität völlig ernst gemacht und von allen Rückfällen in das Denken an den absoluten Raum und an die absolute Bewegung sich frei zu machen vermocht haben. Kant gehört nicht zu diesen*) und Maxwell ebensowenig; ja vielleicht findet man bei näherem Zusehen zu seiner Ueberraschung ihre Zahl ganz verschwindend klein (— vgl. unten, S. 137, einen solchen Nachweis durch Streintz, über Euler, Lagrange bis Kirchhoff und Schell). Vielleicht noch kleiner ist allerdings die Zahl derer, welche noch heute auch nicht einmal vorübergehend durch das angeblich unmittelbare Einleuchten des Relativismus in Sachen des Raumes und der Bewegung sich haben blenden lassen.

Von Anhängern wie von Gegnern des „absoluten Raumes“ und der „absoluten Bewegung“ werden beide Begriffe und die auf sie gehenden Ueberzeugungen meistens wie solidarisch behandelt. Von Kant's Stellung lässt sich alles in allem sagen, dass er es versucht, an den absoluten Raum zu glauben und nur an die absolute Bewegung nicht zu glauben. Als Beispiel hiefür die Stellen:

S. 98, Z. 16 v. u.: „dass absolute Bewegung .. schlechthin unmöglich sei“ — und noch im selben Satz:

Z. 9 v. u.: „dass man sich einen absoluten Raum denken müsse“.

---

*) Einer der Hörer des eingangs erwähnten Collegs, Herr Otto Neisser, hat sich die Aufgabe gestellt, den Beweis dieser These aus einer Zusammenstellung sämmtlicher Aeusserungen Kant's zur Bewegungslehre zu erbringen.

Die Haltung, welche also KANT zu NEWTON's *) zwei Beispielen, dem Eimer- und dem Fadenversuch, einnehmen will, ist die, mit NEWTON zwar einen Vorrang der krummlinigen vor der geradlinigen Bewegung auf Grund des dynamischen Phänomens der „Spannungen" anzuerkennen und auf einen „absoluten Raum" zu deuten, aber gegen NEWTON diese Anerkennung nicht zugleich als eine Anerkennung der bevorzugten krummlinigen als einer „absoluten Bewegung" gelten zu lassen. KANT will nämlich trotz seines Lehrsatzes 2 (S. 95) „die Kreisbewegung (sowie jede krummlinigte)" nicht als „absolute", sondern nur als „wahre (wirkliche)" anerkannt wissen: dies die Einschärfung S. 100, **„dass hier.. von der wahren Bewegung zum Unterschiede vom Schein, nicht aber von ihr als absoluten Bewegung im Gegensatze der relativen die Rede sei."**

Dieser Versuch, den Streit zwischen Relativisten und Absolutisten (wie wir sie füglich mit einem ebenso kurzen, wenn auch auf unserem Gebiete nicht ebenso gebräuchlichen Namen, wie es „Relativist" ist, nennen können) durch eine Unterscheidung zu schlichten, welche sich ganz auf die bekannte KANT'sche Unterscheidung von „Schein und Erscheinung" stützt, mag hier als den meisten Physikern unserer Tage wohl allzu „dialektisch" im weiteren unerörtert bleiben. **)

Freilich — ohne ein bescheidenes Maass von „Dialektik" wird es auch im Folgenden nicht abgehen. Denn wenn es auch moderner

---

*) Die mathematischen Principien der Naturlehre (Uebersetzung von Wolfers, S. 29 ff.); Vorreden und Einleitungen zu klassischen Werken der Mechanik, S. 40 (der Versuch mit dem Wassereimer, bei welchem vier Stadien zu unterscheiden sind: 1. Eimer und Wasser in Ruhe, also beide in relativer Ruhe, Wasseroberfläche eben; 2. Eimer in Bewegung, Wasser in Ruhe, also beide in relativer Bewegung, Oberfläche eben; 3. Eimer und Wasser in Bewegung, beide in relativer Ruhe, Oberfläche gekrümmt; 4. Eimer in Ruhe, Wasser, in Bewegung, beide in relativer Bewegung, Oberfläche gekrümmt. NEWTON's Schluss aus diesem „Eimerversuch", wie wir ihn im Folgenden kurz nennen wollen, besteht darin, dass es für das Eben- oder Gekrümmtsein der Wasserfläche nicht auf die relative Bewegung des Wassers in Bezug auf den Eimer ankomme); ferner der „Fadenversuch" Vorr. u. Einl. S. 41 (zwei Massen an einem Faden, das System um den Massenmittelpunkt rotirend).

**) Ich halte diese Unterscheidung an sich für keineswegs unfruchtbar, wie ich in meiner Psychologie § 38 zu begründen hatte (z. B. der Satz S. 94: „.. in der Erscheinung ist gar kein Urteil des Verstandes anzutreffen", ist sogar ein sehr willkommener Ausdruck für das Auseinanderhalten von Inhalten, die nur Vorstellungs-, gegen solche, die auch zugleich Urteils-Inhalte sind). Nur im Problem des absoluten Raumes scheint sie mir nicht denjenigen Punkt zu treffen, um den sich heute der Streit insbesondere auf physikalischer Seite dreht.

Denkweise entspricht, hier wie überall sich möglichst ausschliesslich um „experimentelle“ Bestätigungen oder Widerlegungen umzusehen, und solange solche nicht möglich sein sollten, das Problem als ein offenes zu betrachten, so ist doch der thatsächliche Stand der Frage bis zur Stunde noch ein wesentlich anderer. Besehen wir uns nämlich die Gründe, mit welchen Relativisten und Absolutisten einander gegenwärtig zu überzeugen suchen, etwas näher, so zeigt sich, dass die Berufung auf Versuche — angestellte und nichtangestellte, für durchführbar und für bisher oder immer undurchführbar gehaltene — einen verhältnismässig sehr geringen Raum einnimmt. Seit Newton's „Eimerversuch“ (Newton vergisst nicht, ausdrücklich beizufügen, dass er ihn „selbst angestellt“ habe, wogegen der „Fadenversuch“ schon nur mehr ein „Gedankenexperiment“ ist) sind meines Wissens Versuche wirklich durchgeführt bisher nur von Dr. Benedict Friedländer*) und Johannesson**) worden; beide wurden angestellt, um die Relativität

*) Absolute oder relative Bewegung? Von Dr. BENEDICT FRIEDLÄNDER und IMMANUEL FRIEDLÄNDER, Berlin 1896. — S. 15 ff. wird ein Versuch mit einer neben einem massigen Schwungrad aufgestellten Drehwage geschildert.

**) Das Beharrungsgesetz. Von Paul JOHANNESSON (vgl. oben Anm. S. 83). — S. 14 ff. wird ein Versuch mit einer Oelkugel als Umkehrung des PLATEAU'schen Versuches geschildert. — JOHANNESSON sagt von dem Erfolg seines Versuchs, dass er „seinen Erwartungen durchaus nicht entsprach“. „Bei alleiniger Drehung der Oelkugel traten natürlich Abplattung und Ringbildung ein; dagegen machte es keinen merklichen Unterschied, ob Oel und Mischung zusammen sich drehten oder nur die letztere, während die PLATEAU'sche Achse festgehalten wurde. In beiden Fällen senkte sich das Oel und bildete unterhalb seiner Scheibe eine Einschnürung, die immer enger wurde; schliesslich trennte sich die Hauptmasse des Oels ganz von der Scheibe und bewegte sich längs der Achse nach dem Boden des Glaskastens, wo sie sich anlegte und haften blieb; gleichzeitig sanken die freischwebenden, die Hauptmasse umkreisenden Oeltröpfchen, wenngleich weniger schnell und weniger tief; auch stiegen diese wieder ein wenig nach dem Anhalten der Schwungmaschine.“ Ueber die physikalischen Ursachen dieser Senkung des Oeles bringt J. keine Erklärung oder Vermuthung vor. Vielleicht liegt diese Erklärung in einem Detail der Versuchsanordnung, von welchem ich übrigens bezweifle, ob es überhaupt der vollkommensten Art, wie man den PLATEAU'schen Versuch durchführen kann, Genüge leistet. J. sagt nämlich: „Ein würfelförmiger Kasten mit Spiegelglaswänden war zum Theil mit Weingeistmischungen gefüllt, deren eine ein etwas grösseres, deren andere ein etwas kleineres Eigengewicht als Olivenöl besass; bei vorsichtiger Füllung zeigen solche übereinander gelagerte Mischungen bekanntlich eine Trennungsfläche, die sich nur schwer verliert, und deren Undeutlichkeit einen Maassstab für die gegenseitige Durchdringung beider Mischungen abgiebt. In die Gegend dieser Trennungsfläche wurde das Oel eingeführt, das um eine wagrechte eiserne Scheibe sich ballte und mittelst einer hindurchgehenden lothrechten Achse gedreht werden konnte.“ Was hier J. über die

auch der Drehbewegungen zu erweisen, und beide haben, wenn nicht geradezu das Gegenteil von dem Erwarteten, so noch weniger dieses selbst, die dynamische, nicht bloss phoronomische Relativität zum erwählten Bezugskörper erwiesen.

Ein „Gedankenexperiment" ist es, welches MACH*) den Schlüssen aus NEWTON's Eimerversuch entgegenstellt: „Der Versuch Newton's mit dem rotierenden Wassergefäss lehrt nur, dass die Relativdrehung des Wassers gegen die Gefässwände keine merklichen Centrifugalkräfte weckt, dass dieselben aber durch die Relativdrehung gegen die Masse der Erde und die übrigen Himmelskörper geweckt werden. Niemand kann sagen, wie der Versuch verlaufen würde, wenn die Gefässwände immer dicker und massiger, zuletzt mehrere Meilen dick würden. Es liegt nur der eine Versuch vor, und wir haben denselben mit den übrigen uns bekannten Thatsachen, nicht aber mit unseren willkürlichen Dichtungen in Einklang zu bringen." —

Während dieses Gedankenexperiment einer Verdickung der Eimer-

---

Trennungsfläche zweier Weingeistmischungen von „etwas" verschiedenem specifischen Gewicht sagt, legt den Gedanken nahe, dass bei der Drehung des Gefässes sich die Flüssigkeit von grösserem specifischen Gewicht einfach ähnlich nach aussen und also in der Mitte nach unten gedrängt habe, wie die Trennungsfläche von Wasser und Luft im rasch rotierenden Glase eine paraboloidische Oberfläche annimmt. Mit dem Scheitel des Paraboloids hätte sich dann der Oeltropfen in die Tiefe des Gefässes gezogen. Diese für das ganze Experiment überhaupt nicht wesentliche, vielmehr geradezu störende Senkung entfiele, wenn mit einer möglichst homogenen Weingeistmasse gearbeitet worden wäre, in welcher dann freilich der Tropfen weniger leicht in eine indifferente Höhenlage zu bringen ist, was aber dem ursprünglichen Zwecke des PLATEAU'schen Versuches wohl überhaupt besser entspricht, als wenn der Oeltropfen zwischen zwei nicht gleichartige Schichten sozusagen eingezwängt ist. (Auch die Anwendung eines „würfelförmigen" Kastens ist entschieden weniger zweckentsprechend, als es die eines cylindrischen Aussengefässes wäre; der Kunstgriff mit dem Becherglas wäre dann gegenstandslos geworden.) — Aber auch so, wie der Versuch nun angestellt wurde, hat er die von J. sozusagen gestellte Frage nicht etwa unbeantwortet gelassen, sondern sie doch wohl geradenwegs verneint; J.'s Versuch hat, soweit das bei den Unvollkommenheiten seiner Durchführung zu erkennen ist, *positiv bewiesen, dass die von J. erwartete Relativität der Bewegung nicht statt hat.* Freilich könnte man auch hier wieder sagen, dass vielleicht etwas ganz anderes herauskäme, wenn die Weingeistmenge sich mehrere Meilen weit ausdehnt. Natürlich fehlte aber auch hiefür irgendwelche positive Wahrscheinlichkeit, dass es sich dann anders verhalten werde, als bei J.'s wirklichem Versuch; oder welches wären solche Gründe in schon vorhandenen physikalischen Erfahrungen?

*) Gesch. d. Mech. III. Aufl. S. 226.

wände auf Meilen wohl für immer unausführbar und insofern auch experimentell unwiderleglich ist, hat einer der Teilnehmer des Kant-Maxwell-Collegs, Herr Dr. KARL NEISSER*), ein Experiment vorgeschlagen, welches zwar ebenfalls noch nicht ausgeführt ist, aber, wie auch ich glaube, ohne allzugrosse Schwierigkeiten ausführbar wäre. Herr NEISSER schlägt einfach vor, die bekannten frappirenden Kreiselversuche im luftleeren Raum vorzunehmen.**) Er meint nämlich, dass z. B. der einfachste der Versuche, das Stehenbleiben des rotirenden Kreisels in einer Gleichgewichtslage, die bei einem nicht rotirenden die labile wäre, sich aus der Rotationsbewegung des Kreisels gegen die umgebende Luft, wenn nicht ganz, so doch zumteil erklären liesse; ähnlich, dass der rotirende Kreisel mit wagrechter Achse in einer um sein Ende gelegten Schlinge hängen bleibt und um diese vertikale Aufhängung rotirt. Falls für diese Erscheinungen wirklich die Relativdrehung des Kreisels gegen die Luft wesentlich ist (was Herr NEISSER als überzeugter Relativist nicht nur für möglich, sondern für wahrscheinlich hält), so müsste der Kreisel im luftleeren Raume trotz Rotation so gut als ein nicht rotirender umfallen, im luftverdünnten Raum sich weniger stabil zeigen u. s. f.

Meinerseits muss ich allerdings bekennen, dass, insoweit es überhaupt erlaubt, ja Pflicht ist, sich vor einem Experiment Gedanken darüber zu machen, was bei ihm füglich herauskommen könne, ich

*) Auch schon ebenso 1893 in der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien gelegentlich einer Besprechung der Frage „Ist absolute Bewegung, wenn nicht erkennbar, so doch denkbar?"

**) Da es darauf ankommen dürfte, dass, wenn der Kreisel in Rotation versetzt und unter den Rezipienten gebracht ist, die Luft aus diesem möglichst schnell ausgepumpt wird, so würde es sich empfehlen, den Rezipienten mit einem schon vorher luftverdünnten Raum von grosser Kapazität (etwa dem grossen Recipienten einer pneumatischen Post) in Verbindung zu setzen. — Auch könnte nicht nur mit verdünnter, sondern auch mit verdichteter Luft experimentirt werden, indem, wenn Herrn NEISSER'S Voraussetzungen zutreffen, der rotirende Kreisel bei geringer Rotationsgeschwindigkeit in dichterer Luft länger der Schwerkraft trotzen müsste als in weniger dichter. Freilich wäre hierbei ins Auge zu fassen, dass, wenn die Rotation nicht ohne alle Schwankungen und somit nicht ohne Stösse an die Luft vor sich geht, der Widerstand der verdichteten Luft als ein den erwarteten Effect hemmendes Moment in Betracht käme. Ähnliches würde von der Verminderung des Luftwiderstandes bei verdünnter Luft in der Interpretation der Versuchsergebnisse zu beachten sein. —

Während der Correctur dieses Bogens teilt mir Herr Dr. KARL NEISSER mit, dass er Gelegenheit gefunden habe, solche Luftpumpenversuche (wiewohl nur mit nicht sehr weitgehender Verdünnung) anzustellen, dass sie aber seine Erwartungen nicht bestätigt haben.

mir von allen solchen Versuchen nichts verspreche, was etwa künftig als directer experimenteller Beweis für die Relativität der Drehbewegung ins Treffen geführt werden könnte. Ich glaube diese negative Erwartung nicht ohne Erfahrungs-, zumteil sogar experimentelle Gründe auszusprechen, sondern ich glaube, dass z. B. nach den gesammten bisherigen Erfahrungen der Mechanik ein axialsymmetrisches*) System, wie es der Eimer mit meilendicken Wänden bei einer Rotation um seine geometrische Achse wäre, keine Kräftepaare auf die innen befindliche Wassermasse liefert und sie also nach eben diesen bisherigen mechanischen Erfahrungen auch nicht in Rotation zu versetzen vermöchte; genauer: nicht besser in Rotation zu setzen vermöchte, als der Eimer mit Wänden von gewöhnlicher Dicke, von denen wir ja wissen (oder einstweilen zu wissen glauben), dass nur ihre innerste Schichte durch „Reibung“ wirke. — Ich brauche aber nicht nochmals zu versichern, dass ich ganz mit Hertz und Mach zugebe: „Was aus Erfahrung stammt [und insoferne über die bisherige Beobachtung als Erwartung einer zukünftigen genau genommen immer schon hinausgeht], kann „durch [eben jene künftige und dann erst wirkliche] Erfahrung wieder vernichtet werden“. Habe ich doch oben sogar unser gegenwärtiges Trägheitsgesetz, die Grundlage unserer ganzen gegenwärtigen Mechanik, einer solchen „Möglichkeit“ preisgeben müssen.

So bleiben denn auch für unser empirisch gesinntes Zeitalter im Grunde doch nur „dialektische“ Argumente zu Gunsten wie Ungunsten des Relativismus in Sachen der Bewegung. Ja vielleicht ist es auf Seiten der Relativisten eigentlich nur ein einziges; es lautet: „Eine nicht relative Bewegung ist überhaupt unvorstellbar.“ Dabei fehlt es meistens nicht an Äusserungen kräftigen Abscheues schon gegen die blosse Zumuthung, das Vorstellen einer abso-

---

*) Man müsste höchstens sagen, ein geometrisch axialsymmetrisches System sei, eben weil es um die Achse rotirt, nicht auch phoronomisch und dynamisch axialsymmetrisch. Aber hiermit wären den nach verschiedenen Richtungen, z. B. antiparallel fortschreitenden Massenteilchen Kraftwirkungen zugeschrieben, welche Funktionen der Richtung (und Geschwindigkeit?) sein sollen; und auch diese Annahme (ein Analogon zu Weber's elektrodynamischer Hypothese) ist ja wenigstens in den bisherigen Erfahrungen der Mechanik durch nichts nahegelegt und würde schwerlich zur Erklärung der bisherigen Erfahrungen, auf die sich ja die These von der Relativität der Bewegung stützt und richtet, herangezogen werden dürfen.

luten Bewegung — sei es jeder, sei es wenigstens einer absoluten Translationsbewegung — auch nur einmal zu versuchen.

Fast scheint es, als hätte von dem Rathe: *Sine ira et studio*, der erste Theil auf Streitfragen des Relativismus, und zwar wieder ganz besonders im Kampfe gegen den absoluten Raum und die absolute Bewegung, weniger als es sonst im wissenschaftlichen Streite üblich ist, Anwendung gefunden. Es sei daher hier einmal vor allem der Rath erlaubt, es möchte, wenn auch vielleicht nur ganz vorübergehend, der Satz: „Alle Bewegung ist relativ", es nicht verschmähen, sich als ein Vorurteil behandeln zu lassen. Berkeley trieb bekanntlich die Anhänger einer gewissen Art*) von „abstracten Ideen" dadurch in die Enge, dass er es ihnen überliess, ob sie wirklich solche Vorstellungen in sich vorfinden; er seinerseits finde keine in sich vor. Ich erlaube mir in Sachen der Vorstellungen des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung umgekehrt zu argumentieren: Mögen andere solche Vorstellungen nicht in sich vorfinden, — ich meinerseits habe, trotz wiederholten aufrichtigen Bemühens, sie ebenfalls nicht vorzufinden, sie dennoch immer in mir vorgefunden und weiss sie bis jetzt nicht loszuwerden. Ich finde nämlich Vorstellungen z. B. von absolutem Raum immer in mir vor, sobald ich solche vom relativen in mir vorfinde, und zwar dies zunächst einfach gemäss dem Satze: Keine Relation ohne Fundamente, und zwar in irgendeiner Instanz absolute Fundamente.*)

---

*) Eigentlich nur gegen Locke's unmögliche „Vorstellung eines Dreiecks, welches weder schiefwinklig, noch rechtwinklig, weder gleichseitig, noch gleichschenklig, noch ungleichseitig, sondern dieses alles und zugleich auch nichts von diesem sei . ." richtet sich Berkeley's boshafte Bemerkung (Principien der menschlichen Erkenntnis, Einl. XIII), dass solche abstracte Vorstellungen „jedenfalls nur bei Gelehrten" sich finden. Ich muss hier daran erinnern, weil noch immer B. als Gegner der abstracten Vorstellungen genannt wird, während wir doch gerade nur ihm die richtige Abstractionstheorie verdanken, von der auch wir unten (S. 142 ff.) noch positiven Gebrauch zu machen haben werden. Näheres über Abstraction vergl. meine Logik, § 15 ff. im Anschluss an Meinong's Hume-Studien I: „Zur Theorie und Kritik des modernen Nominalismus". Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1878.

*) Näheres über die allgemeine Ablehnung des Relativismus vgl. meine Logik S. 61. Daselbst auch die Belegstellen nach Meinong's Relationstheorie und einige specielle Argumente zur Ablehnung specieller Anwendungen der allgemeinen relativistischen These (auf Grösse, Bewegung und dergl.; ausführlicher in meiner Anzeige der Rel.-Th. in der Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. 1883). Den unten noch näher zu verfolgenden speciellen Beweis, dass Jeder, mag er es auch noch so in Abrede stellen, Vorstellungen von absoluter Bewegung habe (auf Grund

Hiermit ist nicht nur das begrifflich-dialektische Argument, es könne keine absolute Bewegung geben, weil es keine Vorstellung von absoluter Bewegung giebt, auf seinem eigenen Boden widerlegt, sondern es darf — bis auf weiteres, d. h. bis zur Beibringung anderer Argumente — als positive Thatsache der feineren Selbstbeobachtung festgehalten werden, dass es Vorstellungen von absoluter Bewegung giebt, geben müsse. Nur ob es absolute Bewegung giebt*), lässt der „positive Beweis" noch völlig offen. Verweilen wir aber auch im Folgenden noch ganz bei der „Vorstellung von Bewegung", wenn auch der Kürze wegen öfter von „Bewegung" selbst die Rede sein soll.

Es wird hoffentlich nicht als dialektischer Überfluss oder gar Übermuth getadelt werden, wenn wir uns versichern, ob denn die Termini „relative" und „absolute" Bewegung alle Mehrdeutigkeit so klar ausschliessen, dass die Gefahr des Wortstreites von vornherein vermieden ist. — Halten wir uns an den Wortlaut einer der entscheidendsten Definitionen bei Kant (S. 94, der schon im ersten Hauptstück, S. 15, 16 ff. mehrere nur in der Form abweichende vorausgegangen sind); sie liegt in den Worten:

„. . **in gar keiner Relation auf eine Materie ausser ihr, d. i. als absolute Bewegung gedacht . .**" — Dieses „d. i." darf bestritten werden, wenn sich zeigen lässt, dass thatsächlich in mehrerlei Sinn von Relativität der Bewegung gesprochen zu werden pflegt. Deshalb stelle ich die These auf: Eine Bewegung kann in einer oder einigen Bedeutungen relativ, und doch in einer (oder einigen) anderen absolut sein. Denn „absolut" ist ein negativer**) Begriff, und zwar leugnet er nur

---

des unten zu formulierenden Gedankens: Keine Änderung der Relation ohne [„absolute"!] Änderung mindestens eines Fundamentes), habe ich in meiner Psychologie § 53, S. 363 mitgetheilt. EHRENFELS, mit dem ich ihn schon anfangs der achtziger Jahre besprochen hatte, äusserte seine Zustimmung in seinen Metaphysischen Ausführungen im Anschlusse an Dubois-Reymond 1886. HEYMANS teilte mir später brieflich mit, dass auch er sich des nämlichen Argumentes zu Gunsten der Vorstellbarkeit einer absoluten Bewegung zu bedienen pflege.

*) Einige Bemerkungen zur Abgrenzung dieser metaphysischen These gegen die psychologische vgl. unten S. 144.

**) Und überdies ist „absolut" ein relativer Begriff, wie eben das Obige ausführlich zeigen soll. — Es sind dieselben, auf den ersten Blick wie Widersprüche erscheinenden Gegensätze, die auch z. B. an dem scheinbar so sehr positiven und nicht relativen Begriff „constant" auffallen: In der Gleichung $y = Ax + b$ sind A und b die „Constanten", und doch wechseln gerade sie von

mindestens je eine Relativität, nicht aber alle denkbaren Relativitäten. Ich frage und antworte also weiter: Ist überhaupt die unzähligemale aufgestellte These richtig, dass „Bewegung ein relativer Begriff" sei? — Ohne Widerrede — ja. Er ist nur eben „relativ" sogar in mehr als einer Beziehung. Aber das ist keineswegs ein Gewinn für die Anhänger der relativen Bewegung, sobald sie meinen, schon durch die Behauptung und den Beweis der Relativität der Bewegung in einer Hinsicht zugleich auch schon die absolute Bewegung in jeder Hinsicht geleugnet und widerlegt zu haben: denn zu einem solchen Beweis aus dem Gegenteil gehörte gerade, dass die Behauptung der Relativität der Bewegung nur ein Gegenteil habe. — Zunächst also noch die Vorfragen:

Was alles kann mit dem Begriffe „relative Bewegung" gemeint sein? — Um irgend etwas muss ja doch der Inhalt des Begriffes „relative Bewegung" reicher sein als der bloss von „Bewegung"; denn bedürfte der Begriff der „Bewegung" überhaupt noch der *differentia specifica*, „relativ", wenn schon ihrem Begriffe nach jede Bewegung „relativ" wäre? Spricht man doch auch nicht von „runden Kreisen", „geraden Geraden" u. dgl.

Vor allem ist der Begriff der Bewegung offenbar ein relativer Begriff, weil zu seinem Inhalt der der „Veränderung" gehört, und im ‚anders"-, also „ungleich"-sein, eine Vergleichungs-Relation eingeschlossen ist. — Diese Relativität aber versteht sich so sehr von selbst, dass man jedenfalls nicht sie zunächst im Auge hat, wenn man die Relativität der Bewegung erst noch betont.

Sondern das, was sich verändert, der Ort, den das Sich-bewegende das eine oder das andere mal inne hat, sei jedesmal selbst schon „relativ"; von dem relativen Orte trägt dann die Bewegung ihre Relativität sozusagen als Stigma. In der That pflegt, wie schon oben bemerkt, fast immer das Problem der absoluten Bewegung geradezu mit dem des absoluten Raumes identificirt zu werden; dass aber eine gedankliche Scheidung beider Probleme wenigstens möglich ist, belegen die oben (S. 121) einander gegenüber gestellten Stellen aus KANT.

Dass aber nun nicht einmal der Satz „Jeder Ort und jede

---

einer individuellen Geraden zur andern. Umgekehrt kehren die Variabeln x und y in jeder Gleichung wieder. Jedem Lehrer ist es bekannt, dass dem Anfänger in analytischer Geometrie die Frage „Constant, bezw. variabel in Bezug auf was, im Gegensatze wozu?" angesichts jeder neuen Aufgabe eingeschärft werden muss.

Ortsbestimmung ist relativ", in dieser Allgemeinheit haltbar sei, habe ich in meiner Psychologie S. 302, 303 nachgewiesen. Speciell der sehr verbreiteten Behauptung: „Alle Oerter werden bezogen auf den Ort unseres Leibes", habe ich entgegengehalten, dass wir zum mindesten sehr häufig geradezu umgekehrt den Ort unseres Leibes auf äussere Oerter beziehen; und von da ist es nicht weit zur Einsicht, dass wir irgend wann entweder den Ort unseres Leibes oder den Ort äusserer Körper als überhaupt nicht relativ vorstellen müssen, d. h. so, dass nur an diesen Ort*), nicht aber an Relationen dieses einen Ortes zu andern Oertern gedacht wird. Was insbesondere den Gesichtsraum betrifft, den wir als solchen nach jener Meinung auf HERING's „Kyklopenauge" beziehen müssten, so ist ja gewiss die Localisation dieses „imaginären" Einauges an der Nasenwurzel oder hinter der Stirne nicht direct und namentlich auch nicht genau genug gegeben, dass nicht alle Localisationen im äusseren Raum bedenklich schwankend würden, wenn wir sie wirklich nur in und durch Beziehung auf jenes vage subjective Raumcentrum vorzustellen angewiesen wären.**)

So ist denn diese zweite Art von Relativität der Bewegung, welche sich decken würde mit der Relativität aller Orts- und Raumbestimmungen, zum mindesten noch keine ausgemachte Sache; und ohne dass ich es unternehme, die hierüber schwebenden Streitfragen ihrer systematischen Lösung noch näher zu führen, glaube ich nur davor warnen zu sollen, dass man die Relativität der Bewegung schon rein begrifflich bewiesen zu haben glaubt, indem man sich auf die rein begriffliche Relativität des Raumes beruft.

Es ist aber noch ein dritter Sinn des „relativ", der den Vertretern der Relativität der Bewegung wohl noch mehr, ja vielleicht manchmal ausschliesslich im Sinne liegt: dass wir eine Bewegung, Veränderung des Ortes, nur dann erkennen, wenn nicht nur zwei

*) Hierbei darf freilich bei „Ort" nicht an „ausdehnungslosen Ort" (= mathematischer Punkt, vgl. Psychol., § 47) gedacht werden. Denn es ist eine unbestreitbare Eigenthümlichkeit des Raum- und Zeit-Continuums (im Gegensatze zum Farben-, Ton-Continuum u. dgl. m.), dass sich ein punktueller Ort nicht isolirt vorstellen lässt. — Aber diese psychologische Thatsache deckt sich nicht mit den in der These von der Relativität aller Ortsbestimmungen als solcher irrthümlich behaupteten.

**) Ueber das noch allgemeinere und namentlich durch HERING wirksam bekämpfte Vorurteil, dass wir überhaupt unsere Empfindungen alle erst „aus uns selbst hinausprojiciren", und einige weitere Argumente zur Berichtigung dieses Vorurteils vgl. meine Psych. S. 344.

Orte als solche, sondern zwei Dinge in den Orten wahrnehmbar sind; wobei „Dinge wahrnehmen" hier nur heisst: Farben sehen, Tastbares tasten u. dgl. — alle diese Qualitäten zusammen eben mit ihren wechselnden Raumdaten. — Eben dies ist auch der Sinn der oben (S. 128) angeführten Definition von Kant, wo er die absolute Bewegung definirt als eine, die „in *gar keiner* Relation auf die Materie ausser ihr" stehe. Sie bleibt, wenn nicht ihrem Wortlaut „gar keiner", so doch ihrer Absicht nach im Recht. Denn auch in jener „Materie ausser ihr" ist eben hier offenbar nicht der metaphysische Begriff der Materie, namentlich auch nicht der der Substanz gemeint, sondern eben nur irgendwelche qualitative Bestimmungen zusammen mit den örtlichen. Und das ist ja wohl immer und überall der am stärksten sich aufdrängende Grund zu Gunsten des Relativismus in Sachen der Bewegung, dass, wenn es in der Welt nur ein sichtbares oder tastbares Ding gäbe, z. B. nur meinen eigenen mit was immer für Translationsgeschwindigkeit durch den übrigens leeren Weltraum dahinfliegenden Leib, und nicht noch ein zweites Ding, welche beide wir dann ihre Ortsrelationen zu einander ändern „sehen", eben hiemit die Aenderung des Ortes jenes einen unwahrnehmbar, und hiermit überhaupt unerkennbar würde.

Ich brauche nun wohl nicht zu versichern, dass mir die Gründe für diese populäre These bekannt sind; dass wir z. B. nicht wissen, ob unser Eisenbahnzug in finsterer Nacht, wo der Ausblick auf äussere Bezugskörper fehlt, vor- oder rückwärts sich bewege; ob sich unser Zug oder der uns gegenüberstehende zu bewegen anfängt, solange wir eben nur diese zwei Körper sehen; desgleichen die unzähligen gleichwertigen Beispiele. Es fällt mir überdies nicht nur nicht ein, den Gedankenlosigkeiten *), welche z. B. einst der Kopernikanischen Lehre von der Erddrehung den Eingang erschwerten, das Wort zu reden; ich glaube vielmehr sogar aufmerksam machen zu sollen, dass man gerade heute dem Kopernikanischen Relativitätsgedanken einen schlechten Dienst thut, wenn man schon die Schul-

*) Ich habe einmal ein Beispiel einer solchen erlebt, welches so stark ist, dass es eben deshalb verdient, hier erzählt zu werden. Es war an der salzburgisch-bayrischen Grenze, zu Zill nächst Hallein, westlich von der Salzach, wo ich von einem würdigen Förster gefragt wurde, nach welcher Richtung sich denn nach der verrückten Ansicht die Erde drehen solle. Ich zeigte nach Osten. „Dann liegen wir ja alle gleich in der Salzach" . . . Ich glaube aber nicht, dass man eine solche Unfähigkeit, mit den durch die Erscheinungen gebotenen Relativitäten im Denken Ernst zu machen, jedem Bekenner der absoluten Bewegung zutrauen sollte.

kinder lehrt, es sei „nicht wahr“, dass die Erde still steht, „wahr“ sei vielmehr, dass sie und nicht die Sonne sich dreht u. s. f. — all' das, ehe von den Kindern die thatsächlichen Erscheinungen auch nur halbwegs bestimmt in der Anschauung aufgefasst worden sind. Alle solche Inconsequenzen sind mit einem Schlage vermieden, wenn der weitestgehende Relativismus lehrt, das Kopernikanische System gegenüber dem Ptolemäischen sei nur als Sache der „Bequemlichkeit“ aufzufassen. Doch bleibe die Frage, ob man nicht auch consequent sein kann, ohne soweit zu gehen, d. h. die Aufgabe, an jenem grandiosesten concreten Beispiele für die Relativitätsthese die Grenzen der Berechtigung dieser schärfer festzustellen, den Schlussanwendungen unserer Untersuchung vorbehalten (S. 158 ff.).

Sogleich zu würdigen ist dagegen im Interesse eines widerspruchslosen abstracten Durchdenkens der relativistischen These als solcher, speciell ihrer dritten Bedeutung, die Bemerkung des schon oben angeführten Relativisten Herrn Dr. Karl Neisser, dass man nicht einmal sagen dürfe: Wenn A und B (zwei sichtbare oder tastbare Dinge) als in Bezug auf einander in Bewegung wahrgenommen wurden, so „könne man nicht wissen“, ob in Wahrheit A oder ob in Wahrheit B sich bewegt habe. Selbst Kant hat an den Stellen, welche sich auf den ersten Blick als stärkster Ausdruck der relativistischen Auffassung lesen, nicht entschieden genug einen solchen Gedanken an die Bewegung nur e i n e s Beweglichen abgewiesen. Z. B. S. 93:*) „Es sind . . hier immer zwei Correlata,

*) Ganz ähnlich auch schon: Kant, Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe“ (Hartenstein, Sämmtl. W., 2. Bd. [1867], S. 17): „Ihr werdet mir zugestehen: dass, wenn von der Wirkung, die die beiden Körper im Zusammenstosse gegeneinander ausüben, die Rede ist, die Beziehung auf andere äussere Dinge hiebei nichts zu schaffen habe. Wenn man also die Veränderung, die hier vorgeht, bloss in Anschauung der beiden Körper A und B betrachten muss, und man zieht seine Gedanken von allen äusseren Gegenständen ab, so sage man mir: ob man aus dem, was zwischen beiden vorgeht, abnehmen könne, dass einer von beiden ruhe und bloss der andere sich bewege und welcher von ihnen ruhe oder sich bewege? Wird man die Bewegung nicht beiden und zwar beiden in gleichem Maasse beilegen müssen? Die Annäherung derselben gegen einander kommt einem *so gut* als dem anderen zu.“ Auch hier müsste es, weil diese Stelle offenbar recht eindringlich vor jedem Sprechen von der Bewegung nur e i n e s Körpers warnen will, in den allerletzten Worten statt: „Die Bewegung komme einem *so gut* als dem andern zu“, ihrer Absicht nach heissen: „dem einen allein s o w e n i g als dem andern allein“. — Das andere Bemerkenswerte an der Stelle ist der unten näher zu erörternde Gedanke des „g e s c h l o s s e n e n R e l a t i o n s s y s t e m s“, der in den Worten, dass „die Beziehung auf andere äussere Dinge hiebei nichts zu schaffen habe,“ sehr deutlich ausgesprochen ist.

deren einem in der Erscheinung . . ebensogut, wie dem anderen die Veränderung beigelegt, und dasselbe entweder, oder das andere bewegt genannt werden kann, weil beides gleichzeitig ist." — Mit vollstem Rechte darf der Relativist als solcher hier das „Entweder — oder" ablehnen und muss auf dem „Sowohl — als auch" bestehen; etwa so gut, als man die Partikel „Entweder" ablehnen muss, solange nicht schon das „Oder" in Sicht ist.

Aber — dieses „vollste Recht" ist selbst nur ein relatives; nur wenn man Relativist um jeden Preis sein und bleiben will, muss man, wenn an Stelle einer Configuration oder ganz allgemein einer Relation $A \varrho B$ eine andere $A' \varrho' B'$ getreten ist (wo A und B allgemein Fundamente, ϱ und ϱ' allgemein Relationen darstellen sollen), sich enthalten zu sagen: Weil sich die Relation verändert hat, so muss sich auch mindestens eines der Fundamente verändert (und zwar in seinen absoluten Eigenschaften verändert) haben — ich weiss nur im Falle des „Wahrnehmens" von Bewegungen von Körpern nicht, ob der Ort dieses, ob jenes, oder ob vielleicht beider Körper. — Eben weil ich meinerseits die Evidenz dieses etwas specielleren relationstheoretischen Satzes ebensowenig los werden kann, wie die des oben (S. 127) angeführten allgemeinsten: „Keine Relation ohne Fundamente", fühle ich mich nicht zum Relativisten berufen. Trotz aller vermeintlichen Evidenz und gewiss verführerischen Argumente für den Satz: „Alle Bewegungen sind relativ", in seinem dritten Sinn (s. o. S. 130 ff.) wage ich es, ihm die These entgegenzustellen: Bei jeder relativen Bewegung muss mindestens der eine der in Bezug auf einander sich bewegenden Körper auch absolute Bewegung haben.

Der Satz ist in der üblen Lage, wenn er wahr ist, eine Trivialität zu sein. Da ich nun glaube, dass er wahr ist — wie ist es dann möglich, dass er, und wäre es von noch so Wenigen ganz consequent, je hat geleugnet werden können? Ich fürchte, es hat hier eine Verwechslung mitgespielt: die von „Denkbarkeit" und „Erkennbarkeit",*) und zwar innerhalb der „Denkbarkeit" = Vorstellbarkeit

*) Die ganze Unterscheidung entspricht völlig ungekünstelten Denk- und Sprech-Bedürfnissen; z. B.: Ich kann mir wohl denken, dass auch die Pflanzen Empfindung haben, aber ich kann nicht erkennen, ob sie Empfindung haben. — Wie diese Unterscheidung die von Vorstellung und Urteil voraussetzt, so zeugt sie auch für sie. Näheres über Sinn und Begründung dieses Auseinanderhaltens vgl. meine Logik, § 5, § 41 u. a.

eine Unterschätzung der abstract unanschaulichen, indirecten Vorstellungen gegenüber den concret anschaulichen, innerhalb der „Erkennbarkeit“ = Beurtheilbarkeit wieder die Unterschätzung berechtigter Wahrscheinlichkeit gegenüber evidenter Gewissheit.

Um das skizzirte erkenntnisstheoretische Programm aber nicht noch länger in ermüdenden Allgemeinheiten durchzuführen, kehren wir endlich von der nothgedrungen „dialektischen“ Ablehnung des selbst bloss dialektischen Grundes: „Wir können uns andere als relative Bewegung nicht denken, also auch keine erkennen“ zu denjenigen physikalischen Gründen zurück, welche — mit Newton und Kant und neuestens auch wieder mit Streintz — ganz bestimmte Bewegungen, nämlich die krummlinigen gegenüber den geradlinigen, die rotirenden gegenüber den translatorischen, von dem Vorwurfe der Absurdität absoluter Bewegungen überhaupt ausnehmen zu sollen glauben.

Wiewohl ich aber einiges zugunsten der absoluten Bewegung hier vorzubringen versuche, möchte ich doch dazu rathen, gegen eine solche principielle Andersbehandlung zweier, wie sehr auch sonst charakteristisch verschiedener Bewegungsarten Misstrauen zu hegen. Denn ist schon der blosse Gedanke einer absoluten Translationsbewegung so „absurd“, wie ihn z. B. auch wieder Streintz findet, so müsste sich die Absurdität in einer so principiellen Sache füglich doch auch auf einen nur quantitativ, nicht qualitativ, generell verschiedenen Vorgang, die absolute Rotation, mit erstrecken. Denn der Begriff der absoluten Rotation setzt sich ebenso ausschliesslich aus rein phoronomischen Elementen zusammen wie der Begriff der absoluten Translationsbewegung. Somit könnte das dynamische Merkmal der Centrifugalkräfte (genauer: das tononomische der Centrifugalspannungen), durch das sich in den beiden Experimenten Newton's die „absolute“ Drehbewegung nach Newton oder die „wahre“ Drehbewegung nach Kant erkennen, also umsomehr „denken“ lasse, eine „Absurdität“ im phoronomischen Begriffe auch der Rotation oder irgend einer krummlinigen Bewegung nicht mehr gut machen — wenn eine solche Absurdität absoluter Bewegungen überhaupt vorhanden war. — Freilich, wenn sich umgekehrt zeigen liesse, dass nicht schon im Begriffe der absoluten Rotation Undenkbarkeiten liegen, so würden sie aus demselben Grunde der phoronomisch-qualitativen Gleichartigkeit auch schon nicht im Begriffe der absoluten Translation eines Körpers, ja nicht einmal im Begriffe der absoluten geradlinig gleichförmigen Bewegung eines Punktes liegen können.

Welche positiven physikalischen Erfahrungen es nun sind, welche bei Newton und Kant und so vielen Späteren für die Rotation und allgemein alle krummlinigen Bewegungen ein so günstiges Vorurteil erwecken, dass vor ihnen die Relativitätsthese, wenn nicht Halt macht, so doch stutzig wird, ist bei Newton und Kant so ausführlich dargestellt, dass es hier nicht wiederholt zu werden braucht. Allgemein gesprochen sind es, wie gesagt, die jede*) Veränderung der Richtung begleitenden mechanischen Spannungen. Es wird zweckmässig sein, im Folgenden etwas näher nur bei der neuesten ausführlichen Gestaltung desselben Gedankens zu verweilen, bei Streintz'**) Forderung, alle Bewegung auf dasjenige streng physikalische Coordinatensystem zu beziehen, welches er als Fundamental-Coordinaten-System (*FS*)***) bezeichnet. Das physikalische Instrument zur Prüfung, ob ein System dieser Bedingung genüge, ist der „gyroskopische Compass"; d. h.: habe ich einen Kreisel in rasche Rotation versetzt, so reagirt er bekanntlich auf jeden Versuch, seine Rotationsebene zu ändern, durch Druck oder Zug, die ich, wenn ich z. B. die Axe mit der Hand anders als rein translatorisch zu bewegen versuche, in Druck- oder Zugempfindungen direct wahrnehme. Im weiteren Sinne fallen auch das Foucault'sche Pendel, die Benzenberg'sche Fallabweichung u. s. f. unter diesen Begriff des gyroskopischen Compasses. — Indem ich nun alles Einzelne des Streintz'schen Gedankenganges übergehe, glaube ich nur das Folgende hervorheben zu sollen:

Streintz' Forderung, dass nur solche Bewegungen als gerad- bezw. krummlinig, gleichförmig bezw. ungleichförmig, rein bezw. nicht rein translatorisch bezeichnet werden dürfen, die diese Eigenschaften auch inbezug auf ein *FS* besitzen, ist physikalisch in offenbarem Rechte;

*) Ausgenommen die Planetenbewegungen u. dgl., bei denen uns statische (tononomische) Phänomene bisher nicht zugänglich waren. Vgl. oben S. 35, Anm., S. 76, Anm. und S. 87, Anm.

**) Die physikalischen Grundlagen der Mechanik, 1883. 141 S. — Streintz ist 1892 gestorben. Ich danke ihm noch jetzt für manches anregende Gespräch.

***) Die betreffenden Definitionen lauten: „. . Zur Vereinfachung der Ausdrucksweise werde ich künftig einen Körper, der keine Rotation ausführt und der als vollkommen unabhängig von allen umgebenden Körpern betrachtet werden kann, als Fundamental-Körper (*FK*) bezeichnen . . ." „Unter Fundamental-Coordinatensystem (*FS*) soll analog ein solches verstanden werden, das mit einem Fundamental-Körper in fester Verbindung ist oder in solcher gedacht werden kann." . . . „Die geradlinige gleichförmige Bewegung werde ich kurz als galileische Bewegung bezeichnen. [Eine Erwägung gegen diesen Vorschlag vgl. oben S. 82.] Dieselbe ist, wenn nichts gegenteiliges gesagt ist, immer zu denken inbezug auf einen Fundamental-Körper."

dies schon deshalb, weil, wenn z. B. absolute Translation irgend einen Sinn hat, und sie kommt dem *FS* absolut, einem anderen Gebilde relativ zu *FS* zu, sie auch diesem Gebilde absolut zukommt — wie dies die bekannten Rechnungen*) an als „absolut" wenigstens fingierten Coordinatensystemen zeigen. — Ferner ist es wahr, dass sich als *FK* jeder Körper eignet, an dem durch Mittel, welche Centrifugal-Spannungen — jedoch nicht nur solche bei Kreisungen und Rotationen (die auch STREINTZ wieder allzusehr bevorzugt), sondern auch bei irgendwie sonst krummlinigen Bewegungen — nachzuweisen überhaupt imstande wären (ihre Empfindlichkeit als unendlich fingirt, übrigens gleichviel, ob es bloss unsere Muskeln und Nerven oder irgendwelche „gyroskopische Compasse" seien), das Nichtvorhandensein solcher Spannungen erkannt ist. — Ein logischer Cirkel im grössten Maassstabe aber ist es, wenn STREINTZ meint — und dies zu zeigen ist ja das Ziel seines ganzen Buches — dass es der vorgängigen Kenntnis jenes *FS* bedürfe, „um auf ihrer Grundlage die analytische Mechanik aufzubauen" (S. 44 u. a.). Leben wir doch sogar noch heute in dem Zeitalter vor der Ausführung der von STREINTZ so dringend geforderten, aber weder von ihm selbst noch von irgend sonst jemand bisher wirklich ausgeführten Versuche mit dem gyroskopischen Compass. Die analytische Mechanik haben wir ja, aber jene Versuche noch nicht. — Woher sonst, als aus (so ziemlich der ganzen, jedenfalls einschliesslich auch der höchsten Teile) der analytischen Mechanik, die ohne *FS* in Angriff genommen und ausgebaut worden ist, glaubte denn STREINTZ überhaupt zu wissen, dass der rotirenden Bewegung ein genereller Vorzug gegenüber der translatorischen zukomme? So darf und muss man fragen, gleichviel ob man mit STREINTZ jenen Vorzug auf absolute Bewegung deutet oder nicht — und ebenso auch noch, wenn man sogar jeden Vorzug überhaupt leugnet. Denn der Cirkel sitzt eben schon im Formellen. Soll er aber auch physikalisch recht fühlbar werden, so etwa aus der Betrachtung (STREINTZ, S. 57), welche sich gegen LAPLACE's Vorschlag wendet, „die Eigenbewegungen der Fixsterne auf die invariable Ebene des Sonnensystems zu beziehen", dann aber soviel zugesteht: „Wenn dennoch die Bestimmung nach der invariablen Axe Berechtigung hat, so liegt dies in dem Umstande, dass

*) Wesentlich die Um- und Ausgestaltungen der mathematischen Formgebung dieses Gedankens bilden den Inhalt der neueren Abhandlungen von LUDWIG LANGE, LEONHARD WEBER u. A., welche nebst weiterer Litteratur in den oben angeführten Arbeiten von MACH, JOHANNESSON u. s. f. näher erörtert sind.

das zu Grunde gelegte Coordinatensystem physikalische Eigenschaften besitzt, nämlich ein Fundamental-System ist." Woher aber STREINTZ' und unser Aller Wissen, dass es etwas wie eine „invariable Ebene" überhaupt gebe, wenn nicht aus so ziemlich der ganzen Mechanik selbst, wie sie ohne gyroskopischen Compass und ohne *FS* zustande gekommen ist? Und auch noch mehr wissen wir aus der Mechanik ohne vorgängiges *FS*: dass auch die invariable Ebene unseres Sonnensystems durch mechanische Kräfte irgendwelcher Massen ausserhalb des Systems (gleichgiltig ob sichtbar oder unsichtbar) um ihre Invariabilität gebracht werden könnte, ohne dass hiermit jene Mechanik selber einen Stoss erführe.

Auch noch aus einer allgemeineren Rücksicht hätte es STREINTZ auffallen können, dass sein *FS* und *FK* dem Denken in der Mechanik nicht so unentbehrlich sei, wie er es glauben machen will. Denn in der ausführlichen „historisch-kritischen Umschau" hat er so ziemlich allen Classikern der Mechanik vorzuwerfen, dass sie das Bedürfniss solcher realer Coordinaten entweder überhaupt nicht verspürt, oder ihm nicht treu zu bleiben vermocht haben.

Wagen wir es also im Hinblick auf die von STREINTZ mit ausführlichen Citaten belegte Constatirung, dass NEWTON, EULER, LAGRANGE LAPLACE, POISSON, POINSOT, RIEMANN, JACOBI, THOMSON und TAIT, MAXWELL, CLAUSIUS, KIRCHHOFF, SCHELL u. A. entweder gar keine oder doch nicht unerbittliche Relativisten gewesen sind, uns in die Vorstellungswelt des weitest gehenden Absolutisten, wie wir den Nicht-Relativisten kurz nannten, hineinzudenken. — Wie nimmt sich denn überhaupt der Gedankengang, der sogar zu positiven Behauptungen über Translationsbewegungen und geradlinige Bewegungen führen kann, unter der einzigen vorgängigen Annahme aus, dass „absoluter Raum" und „absolute Bewegung" nicht leere Wörter seien, sondern dass wir von beiden zwar nicht Anschauungen, aber doch wohl definirte Begriffe haben? Ich fingire dabei (was ja gelegentlich der Erörterung des Trägheitsgesetzes im dritten Abschnitte, S. 91 ff., ausführlich als eine viel zu grobe Auffassung vom wirklichen erkenntnistheoretischen Sachverhalt dargestellt wurde), dass es sich nur um die „grob empirische" Untersuchung der geradlinig gleichförmigen Bewegung und ihrer gesetzmässigen Beziehungen, also zunächst zu den Begriffen Trägheit und Beharrung, handle. Ohne alle Frage war dann etwa die Bewegung eines über die ebene wagrechte Tisch- oder Billardplatte gleichförmig geradlinig dahinrollenden oder gleitenden Körpers

zuerst als eine r e l a t i v e Bewegung zur Tischplatte aufgefasst worden. Sollte aber sich nicht hier unbeschadet des augenfälligen Gegebenseins b e i d e r Relationsglieder, der Kugel und des Tisches, immer (oder doch bis auf seltene Ausnahmsfälle) gerade im naivsten, unmetaphysischesten Menschen sogleich ein Nebengedanke an a b s o l u t e Bewegung ganz von selbst einstellen? Ich sage durchaus noch nicht, dass dies mit Recht geschehe; ich beschreibe einstweilen nur den ungekünstelten Denkvorgang. Die Kugel bewegt sich so und so inbezug auf den Tisch. Da aber der Tisch ruht, „absolut" ruht, so ist die r e l a t i v e B e w e g u n g der Kugel z u g l e i c h e i n e a b s o l u t e B e w e g u n g der Kugel. Nun blicke ich von der Tischplatte weg durchs Fenster auf die Sonne oder auf die Sterne und denke daran, dass sich die Erde und die Sonne inbezug auf den Fixsternhimmel bewegen, sage mir also, dass die Tischplatte eigentlich nicht ruhte, und nehme sogleich meine frühere Vormeinung zurück, dass die relative Bewegung auch zugleich die absolute gewesen sei. Ich nehme aber diese Meinung nicht in der Weise zurück, dass ich sogleich an jedweder absoluten Bewegung der Kugel verzweifle, sondern ich bringe die Bewegung des Tisches inbezug auf den Fixsternhimmel — und zwar seine Translation nicht minder als seine Rotation (jene überwiegend infolge der jährlichen, diese infolge der täglichen Bewegung der Erde) — in Anschlag und sage mir, dass trotz der Teilnahme des Tisches an der Rotation der Erde seine absolute Bewegung während der kurzen Zeit des Rollens der Kugel doch sehr annähernd rein translatorisch gewesen sei; und zwar dies auch dann noch, wenn ich überdies noch an die Bewegung des ganzen Planetensystems inbezug auf den Fixsternhimmel (gegen das Sternbild des Herkules hin) denke. Wieder schliesst dieser letzte Gedanke den weiteren ein, dass dabei der Fixsternhimmel im absoluten Raum höchstens eine Translation, nicht eine Rotation ausgeführt habe. — Alle diese Annahmen als vielleicht einstweilen noch recht unbegründet, aber nur eben nicht sinnlos zugegeben, komme ich also von dem Anblick der auf der glatten wagrechten (höchstens fortschreitend, nicht aber merklich drehend bewegten) Tischplatte geradlinig gleichförmig sich bewegenden Kugel zu dem schliesslichen Gedanken, dass sie eben dieses r e l a t i v e Geradlinig-gleichförmig von ihrem a b s o l u t e n Geradlinig-gleichförmig gleichsam zu Lehen trage. — Ich kann nachmals in dieser Auffassung nur bestärkt werden, wenn ich von den relativen Bewegungen der auf dem „ruhenden" Tische rollenden Kugel übergehe zu einer vor meinen Augen inbezug auf

Boden, Wände und Decke des Zimmers hinreichend rasch rotirenden Tischfläche. Hier erwarte ich mir auf Grund der häufigeren Erfahrungen an ruhenden Tischen nichts anderes, als die bekannte Spiralbewegung der absolut geradlinig gleichförmig sich bewegenden Kugel inbezug auf die rotirende Tischplatte; und ich lasse mir durch die gänzlich geänderte Relation zwischen Tisch und Kugel keinen Augenblick imponiren, da ich ja zu gut weiss, dass und inwieweit diese Aenderung der Relation dem einen Relationsglied, eben der mit absoluter Rotation versehenen Platte, allein zuzuschreiben ist. — Freilich könnte und sollte vielleicht unser Naiver weiters die vor seinen Augen sich vollziehende Rotation des Tisches auf ein ebenso „mögliches“ Tanzen des Zimmers, des Hauses, der Erde u. s. f. umdeuten und mit diesen Rotationen die Spiralbewegung der Kugel auf dem Tische in Beziehung zu setzen suchen: ob aber nicht ein Körnchen gesunder Vernunft in der „Gedankenlosigkeit“ steckt, mit welcher der Ungelehrte keine so fernliegenden Beziehungen sucht, sondern die Rotation des Tisches sogleich wieder als absolut nimmt? Und zwar dies auf das Sehen der relativen Rotation zwischen Tisch und Wände hin; nicht etwa erst, indem er mit seinem Tasten das Auftreten oder Fehlen von Centrifugalspannungen untersucht (die sich leicht durch passend angebrachte elastische Federn oder dgl. an der Tischplatte auffällig machen liessen).

Ich meine nun, dass es im Grunde bloss ein so durchaus populärer, sozusagen vorwissenschaftlicher Gedankengang war, auf Grund dessen auch Streintz sich jede Rotation an seinem Bezugskörper verbittet. Wir haben diese seine Forderung materialiter durchaus zugegeben, sie aber formal für einen colossalen logischen Cirkel erklären müssen. Er hört auf, ein solcher zu sein, sobald der gyroskopische Compass nicht mehr beansprucht, selbst schon auf die Wissenschaft begründet zu sein, die dann wieder auf ihn begründet werden soll, sondern wenn er nur eine andere Einkleidung für die populäre „Tischplatte“ ist. —

Lässt sich nun aber auch für die strengsten logischen Ansprüche an Stelle des logischen Cirkels ein sozusagen geradliniger Gedankengang setzen? Lässt sich der „gedankenlose“ Uebergang von dem inbezug auf die Erde ruhenden Tische, von der inbezug auf den Fixsternhimmel mit einer ganz bestimmten Winkelgeschwindigkeit (von 360^{0} per 23^{h} 56^{m}) rotirenden Erde, zu dem im absoluten Raume (höchstens translatorisch nach einer für immer unbestimmbaren Richtung und Geschwindigkeit) fortschreitenden, nicht aber selbst wieder

mit merklicher Winkelgeschwindigkeit rotirenden Fixsternhimmel — lassen sich alle diese Vormeinungen auch nur als wahrscheinlich berechtigt nachträglich sanctioniren, ohne dass dabei insbesondere schon das Trägheitsgesetz vorausgesetzt wäre, das wir doch eben wieder selbst nur unter der Präsumption ausdenken konnten, der Tisch habe höchstens irgendeine absolute Translation mit einer zunächst untermerklichen Rotation?

Ich wage nun hier die allgemeinere Bemerkung, dass sich die Physik logische Cirkel *) auch sonst ab und zu gestattet, was gewiss

*) Ein historisch ewig denkwürdiges und doch, wie es scheint, meist übersehenes Beispiel (vgl. meinen Aufsatz über die Anziehung von Kugeln, Ztschr. f. d. physikal. Unterr., 1892, S. 125 ff.) bildet NEWTON's erste numerische Ermittlung des Gesetzes der verkehrt quadratischen Abnahme der Schwere-Beschleunigung zwischen Erde und Mond; nämlich der Schluss, dass die Erde dem 60 Halbmesser vom Erdmittelpunkt entfernten Mond eine 3600mal so kleine Beschleunigung erteile als den nur 1 Halbmesser entfernten Körpern nächst der Erdoberfläche. — Der Cirkel besteht hier darin, dass ja erst, wenn das Gesetz $1/r^2$ schon bekannt ist, gerade der Erdmittelpunkt als derjenige Punkt angenommen werden darf, von welchem wir uns die ihrer Grösse nach gegebenen Schwerkräfte ausgehend zu denken haben; denn z. B. beim Gesetz $1/r^3$ wäre der Punkt, in dem wir uns die Masse der Erde „vereinigt" zu denken haben, damit sie Kräfte von den gegebenen Grössen ausübe, ein um weniger als den Erdhalbmesser von der Erdoberfläche abliegender Punkt. — Bekanntlich lässt sich die Berufung auf die Mondrechnung für die Grundlegung des Gravitationsgesetzes ganz umgehen, wenn wir, statt mit dem Mond, sogleich mit den Planeten, d. h. mit der Ableitung aus den Kepler'schen Gesetzen für die Planetenbewegungen beginnen; und merkwürdigerweise hat NEWTON bei der sozusagen officiellen Darstellung der *Principia mathematica* (Uebersetzung von Wolfers, S. 381—384) den Umlauf der Planeten um die Sonne dem des Mondes um die Erde vorangestellt, wiewohl auch für ihn die um 1666 concipirte Mondrechnung das historisch Erste seiner Gravitationslehre war. Also hier hat sich der historisch begangene logische Cirkel nachmals vermeiden lassen und ist wirklich vermieden worden. Aber es ist klar: auch wenn er nicht vermieden worden oder überhaupt nicht vermeidlich gewesen wäre, so wäre nichts destoweniger in dem Gesetze $1/r^2$ eine objective Wahrheit auch für die Wirkung zwischen Erde und Mond ausgesprochen. — Man könnte hieraus leicht weitgehende erkenntnistheoretische, ja geradezu metaphysische Schlüsse ziehen: In der Mathematik dulden wir logische Cirkel schlechterdings nicht, da wir es hier mit Relationen zwischen den von uns vorgestellten Zahlen-, Raum- (und in der Phoronomie auch Zeit-)Grössen zu thun haben. In der Physik dagegen untersuchen wir Realitäten, die über unser blosses Vorstellen durchaus hinausreichen; woher denn letztlich auch der bereits oben S. 49 gewürdigte Unterschied zwischen den evident gewissen Urteilen der Mathematik und den evident wahrscheinlichen Urteilen der Physik. Es genüge hier diese Andeutung. —

Ein zweites Beispiel eines physikalisch unschädlichen logischen Cirkels ist es,

nicht ihrer formellen Vollendung zum Vorteil, aber doch auch keineswegs immer dem sachlichen Werte der in solche Cirkel verflochtenen Lehre zum Nachteil gereicht. — Ich gebe zu: nicht besser — finde aber auch nicht schlimmer als so mancher dieser Cirkel ist es, wenn wir, indem wir jener Tischplatte eine übrigens unmittelbar nicht erkennbare Translation zuschreiben, nur aus den relativen Bewegungen der Kugel zur Platte das Trägheitsgesetz entwickeln, eben dieses Trägheitsgesetz aber auch als von der Tischplatte geltend präsummiren. Nicht ein voraussetzungsloses, aber zum mindesten ein widerspruchsloses System der Mechanik lässt sich so gewinnen. Und was so denjenigen Grad logischer Vollendung, wie ihn ein von weiterhin voraussetzungslosen Axiomen (oder doch „Hypothesen") ausgehendes System der Geometrie aufweist, allerdings noch vermissen lässt, kann dennoch ein materiell ganz richtiges Abbild der relativen wie absoluten Bewegungen im absoluten Raume sein, wenn wir nur die erkenntnistheoretische Unterscheidung zulassen, dass ein absoluter

---

dass wir den Torricellischen Versuch durch Uebertragung der hydrostatischen Gesetze (speciell in communicirenden Röhren) auf die Luft deuten, was eine Kenntnis der durch das Mariotte'sche Gesetz festgelegten Eigenschaften der Luft voraussetzt; dass wir dann aber doch erst das Mariotte'sche Gesetz durch Berufung auf die 1, 2, 3 . . Barometerhöhen Ueberdruck nach dem Torricelli'schen Versuch quantitativ bestätigen. — Hier allerdings würde sich der Cirkel auch formell lösen lassen, wenn man zwischen einer qualitativen anfänglichen und einer zu dieser erst später hinzukommenden eigentlich quantitativen Fassung des Mariotte'schen Gesetzes unterscheiden wollte; oder wenn man sich darauf beschränken wollte, das Gewicht der Quecksilbersäule als Maass der auf das äussere Quecksilberniveau wirkenden Spannung der Luft, einstweilen aber noch nicht diese Spannung als gleich dem Gewicht der ganzen Luftsäule zu deuten. —

Ich behaupte überhaupt nicht, dass es auch nur einen wirklich unlösbaren logischen Cirkel auf physikalischem Gebiete gebe oder geben müsse. Nur das glaube ich behaupten zu dürfen, dass man auf die cirkelfreie Darstellung in der Physik entfernt nicht dasjenige Gewicht zu legen pflegt, wie in der Mathematik. Wird doch sogar für das einfachste Erscheinungsgebiet, das der Mechanik, eine logisch einwandfreie Darstellung von HERTZ in seiner berühmten Einleitung als ein bisher beiweitem noch nicht erreichtes Ideal dargestellt.

Bemerkenswerte Worte zu diesem Gegenstande finden sich bei VOLKMANN, Newtons *Principia* a. a. O. S. 7: „Dem Fernstehenden mag in vielen Fällen eine derartige Behandlung, die im letzten Grunde auf einer ständigen Durchdringung der Induction und Deduction beruht, als ein „*circulus vitiosus*" erscheinen. Die fortschreitende naturwissenschaftliche Erkenntnis bewegt sich in vielen Fällen allerdings in einem Kreise, aber dies doch wesentlich in dem Sinne, dass jeder neue Kreislauf der Erkenntnis mit einer Fülle von Präcisionen und Berichtigungen verbunden ist."

Raum auch dann noch existiren*) könne, wenn er für uns nicht erkennbar ist. Es sei sogleich hinzugefügt: nicht „erkennbar" in Vorstellungen, die nach jeder Richtung concret und anschaulich, wohl aber in solchen, die sehr abstract und eben deshalb unanschaulich sind. Ich nehme aber hiermit nicht mehr als zugestanden an, als was auch jeder Phänomenalist, oder hier genauer: Sensualist, zugestehen muss, wenn er nicht schon angesichts der trivialsten Beispiele in Verlegenheit kommen will. Z. B. Es wird von mir oder einem anderen eine Blechbüchse, in die vor meinen Augen einige Schrotkörner gethan worden waren, geschüttelt; ich höre die Körner an die Wand anschlagen, zweifle keinen Augenblick, dass sie sich bewegen, weiss aber infolge der sehr vagen Localisation von Gehörseindrücken auch nicht halbwegs genau anzugeben, wo sie angeschlagen haben: ich muss mich also wohl oder übel mit einer recht abstracten Vorstellung von der Bewegung der Körner begnügen, kann aber bei aller Scheu vor abstracten Vorstellungen nicht behaupten, dass ich überhaupt „keine Vorstellung" von der Bewegung dieser mir augenblicklich nicht sichtbaren, nicht tastbaren Schrote habe.

Eine nicht wesentlich inhaltsärmere Vorstellung scheint es mir zu sein, wenn wir auf Grund unserer ganzen Mechanik behaupten, dass ein Körper, an dem ich keine Centrifugalspannung wahrnehme, nur absolute Translationsbewegungen haben könne, denen (eben weil es zwar abstracte Vorstellungen, aber keine abstracten Dinge giebt, hier unter den Dingbegriff**) auch den der Bewegung eingerechnet) zwar immer noch eine völlig individuelle Richtung und Geschwindigkeit zukommen muss, ohne dass wir aber über diese individuellen Bestimmungsstücke irgendwelche unmittelbare oder mittelbare Kenntnis haben und je gewinnen können. Die Begriffe der absoluten Richtung und der absoluten Geschwindigkeit sind aber auch dann noch nicht inhaltsleer, wenn wir nur ihr *genus*, nichts von ihren *species* in unseren Vorstellungen festzulegen vermögen. Und ebenso wenig inhaltsleer ist dann der Begriff des absoluten Raumes; sowenig wir zwei absolute Oerter als individuell verschieden,

*) Dass hiermit für den Raum nur sozusagen physikalische Realität, wie innerhalb der Physik ebenfalls für die Farben, Töne u. s. w. in Anspruch genommen ist, wogegen die eigentliche metaphysische Realität für Raum, Farben, Töne u. s. f. innerhalb der physikalischen Betrachtung in gleichem Maasse ununtersucht bleiben kann, wird unten S. 144 noch näher zu berühren sein.

**) Diese Verallgemeinerung geht dann noch weiter, als jene, von der S. 72 in anderem Zusammenhange zu sprechen war.

bezw. einen absoluten Ort als individuell gleichbleibend in unserer Anschauung zu constatiren vermögen, so brauchen wir doch nicht dieses Deficit an Concretheit der Vorstellungen als ein Deficit überhaupt von Vorstellungen des absoluten Raumes uns vorwerfen zu lassen.*)

---

*) Vielleicht mag manche dieser gewagt scheinenden Begriffsbildungen und Thesen durch die unter I. folgende psychologische Aehnlichkeit und durch eine unter II. zu treffende metaphysische Unterscheidung annehmbar gemacht werden:

I. Bekanntlich ist sehr häufig das Gedächtnis für „absolute Tonhöhen" auch bei Solchen überaus mangelhaft entwickelt, welche für „relative Tonhöhen", namentlich wenn es speciell musikalische Intervalle sind, eine sehr feine Unterschiedsempfindlichkeit haben. Jenen Mangel (sowie dieses Talent) ins Extrem gesteigert gedacht, würde der Hörende, wenn ihm nach einander die Quint C-G und die Quint cis^3-gis^3 angegeben würde, zwar mit Bestimmtheit aussagen können, dass es „dasselbe Intervall" war, aber er würde gar nichts darüber auszusagen fähig sein, ob das soeben gehörte cis^3 dem früher gehörten C gleich sei, ihm mehr oder weniger nahe liege oder nicht. Wohl aber würde er, wenn ihm nach dem C-G angegeben wird Cis-G oder C-Ges oder cis^3-g^3 u. s. f., mit vollster Bestimmtheit und Leichtigkeit aussagen, es habe sich an der Quint etwas geändert, es sei jetzt keine Quint mehr. — Er würde nun doch wohl mit evidenter Gewissheit einsehen, es müsse sich mindestens einer der beiden Töne geändert haben, er könnte aber, wenn ihm wirklich jedes Gedächtnis für absolute Tonhöhen fehlt, schlechterdings nicht wissen, welcher. Oder wie sollte ein solcher von der Natur aufs stiefmütterlichste Behandelter, sobald er eine Veränderung der Relation zweier succedirenden oder gleichzeitigen Töne hört, sich des Zugeständnisses entschlagen können, dass mindestens der eine der beiden Töne seine absolute Tonhöhe geändert haben müsse? Es ist, wie man sieht, ganz unser Fall — d. h. absolute Ortsbestimmung und absolute Tonhöhe fallen in gleichem Maasse unter den relations-theoretischen Satz von S. 133.

Aber noch mehr: der nicht allzu stiefmütterlich Bedachte hört absolute Tonhöhen, lässt sich vielleicht ein a für ein b, aber gewiss nicht ein C für ein c^3 einreden. Und so bildet er aus den von ihm als absolut aufgefassten Tonhöhen sein anschauliches (hier eigentlich anhörliches) Bild des „Tonraumes" (nicht in dem manchmal angenommenen Sinn eines eigentlichen „Raumes" für Schalllocalisation, sondern in derselben Uebertragung wie z. B. in „Zeitraum"; also unbildlich: der Tonhöhen-Reihe, meist „Tonhöhencontinuum" genannt). Es braucht hier nicht ausgeführt zu werden, wie viel zu dem anschaulichen Grundstock von Tonwahrnehmungen an unanschaulichen Vorstellungsbestimmungen hinzugethan werden muss, damit dieses Tonhöhencontinuum begriffliche Festigkeit als eine „continuirliche", eine eindimensionale, geradläufige Reihe bekomme. Für diesmal gleichviel aber, ob dieser „Tonraum" etwas mehr oder etwas weniger intuitive oder discursive Elemente erhält, als der räumliche Raum etwa nach KANT (Kr. d. r. V. ed. Kehrbach 1877 S. 52) — so wird es doch auch einem weitgehenden Relativismus schwer beifallen können, diesem Tonraum eine sozusagen absolute Gesammtlage nicht zuzugestehen. Das Gegenteil wäre die auf Grund obiger Fiction immerhin auszudenkende Möglichkeit, dass, wenn ich heute

Diese rein psychologischen Beschreibungen von Vorstellungen des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung, wie wir sie günstigstenfalls besitzen, haben nun freilich alles gegen sich, was die

---

an mein Clavier trete und die chromatische Skala der 85 Töne von dem tiefsten bis zum höchsten mir vorspiele, ich heute gänzlich andere Töne, etwa alles um drei Octaven höher als gestern, höre, dies aber ganz und gar nicht merke. Ich denke, in jedermann wehrt sich etwas gegen die Zumuthung einer solchen Möglichkeit. Aber geben wir sie für den Augenblick trotzdem zu: so werden wir doch immer noch nicht zugeben können, dass nicht jeder der Töne, die wir jetzt hören, und ebenso die, die wir gestern gehört haben, seine ganz bestimmte absolute Tonhöhe habe, bezw. gehabt habe, möchte sie uns auch als solche völlig unerkennbar und uncontrollirbar sein.

Wird man es vermögen, von dieser Analogie etwas zu Ungunsten des absoluten Raumes abzuhandeln? Wir haben es abzuwarten. Bis dahin scheint die Analogie so gut zu passen, dass sogar manche berüchtigte Behauptungen über den absoluten Raum, z. B. dass er „ruhe", einiges von ihrer Absurdität abstreifen. Denn denken wir uns, sowie etwa ein ganzes Orchester in seiner Stimmung rückt, alle von einem bestimmten Individuum in psychologischer Wirklichkeit zu erlebenden Tonempfindungen um ein kleines oder grosses Intervall gerückt (etwa durch eine irgendwie auszumalende Gesammtveränderung der centralen Hörnervenendigungen): schlüge diese Möglichkeit nicht sofort in absurde Unmöglichkeit um, wenn wir das Continuum der absoluten Tonhöhen als solches noch einmal wollten rücken lassen? Drängte sich nicht auch hier die Frage auf: In was sollte das Gesammt-Toncontinuum rücken, als „in sich selber" — oder was nicht besser ist: in einem nochmaligen Toncontinuum, das dann doch unverrückt bliebe?

Die Analogie wird natürlich nur Denjenigen — wenn auch nicht gleich überzeugen, so doch zum Nachdenken anregen, wer nicht auch in Sachen der Töne — *sit venia verbo* — absoluter Relativist ist. Ein solcher dürfte durch die eingehenden Widerlegungen der Relativitätslehre, welchen die Seiten 7—22 von STUMPF's Tonpsychologie I. Bd. gewidmet sind, heute füglich als widerlegt gelten dürfen. Und es ist nichts als eine Zusammenfassung des von allen einzelnen Tonhöhen Evidenten für das gesammte Toncontinuum, was uns dieses geeignet erscheinen lässt, wieder einmal ein Vorurteil in Raumsachen beheben zu helfen. Ohne dass ich verkenne, dass das Gleichnis zwischen absolutem Gesammtraum und absolutem Tonraum in manchem Punkte (über einen von ihnen sogleich unter II.) noch hinken mag, dürfte immerhin die Stelle aus dem Vorwort zum I. Bande der Tonpsychologie (a. a. O. S. VII) zu einer Gesammtrechtfertigung der Analogie dienen: „Selbst der Erkenntnistheorie gedachte HERBART durch die Musik zu Hilfe zu kommen: „„Als KANT die Geometrie aus der reinen Anschauung des Raumes erklärte, da vergass er die Musik mit ihren synthetischen Sätzen *a priori* von Intervallen und Accorden"" Wir [STUMPF] werden zwar nicht in diesem Punkte, aber in genug anderen die Ton- und Raumvorstellungen einander analog finden. Man könnte in der That den ganzen ersten Teil der transscendentalen Elementarlehre der Kritik der reinen Vernunft s. z. s. in Musik setzen." —

II. Ich muss, um die vorstehende Analogie nicht in einem sehr entscheidenden Punkte zu entwerten, hier auf eine Distinction eingehen, welche zwar unver-

principiellen Gegner anderer als concret-anschaulicher Vorstellungen gegen abstract-begriffliche nur immer ins Treffen zu führen pflegen. Und die Abneigung lässt sich ja nicht nur nachfühlen, sie lässt sich

---

meidlich durch Metaphysik hindurchführt, aber doch den Nutzen haben dürfte, einem der am stärksten sich aufdrängenden Bedenken gegen den absoluten Raum gerecht zu werden, um es damit auch freilich als Bedenken zu beheben. Gesetzt nämlich, es hätten alle vorangehenden allgemeineren und specielleren Erwägungen vermocht, dem ehemaligen Relativisten das Zugeständnis eines uns in sehr abstracter, unanschaulicher Vorstellung gegebenen absoluten Raumes (sei es mit absoluten Bewegungen, sei es, wie KANT will, ohne solche) abzugewinnen. Ein solcher mag aber trotz besten Willens, z. B. die Möglichkeit, ja Wirklichkeit solcher Raumvorstellungen zuzugeben, welche in dem S. 130 ff. näher erörterten und begründeten Sinne nicht relativ, also insofern absolut sind, alsbald doch wieder an dieser seiner jungen Ueberzeugung irre werden und einwenden: Wenn ich nun, in diesem Saale sitzend und die Wand anstarrend, jedes Gedankens an räumliche Relationen dieser Wand zu mir oder zur Strasse, zur Stadt, zur Erdkugel u. s. f. losgeworden bin — fliege ich nicht trotzdem in Wirklichkeit sammt Saal und Stadt und Erdkugel durch den Weltraum, vielmehr gegen eine bestimmte Stelle des Fixsternhimmels u. s. f.?! — Ich lasse es dahin gestellt, ob dieser nahe liegende Einwurf nicht selbst gerade dem Gedanken einer absoluten Bewegung mehr zugesteht, als er es Wort haben will. Auf das aber, was der Einwurf doch wohl eigentlich meint, habe ich zu erwidern: Wenn du jetzt eine Vorstellung von der absoluten Ortsbestimmung jener Wand und eine Secunde später noch immer eine völlig inhaltsgleiche von der absoluten Ortsbestimmung jener Wand hast, zugleich aber dein astronomisches Wissen dir sagt, dass du schon in Folge der Jahresbewegung der Erde (von der täglichen Rotation einerseits, von der Bewegung des Sonnensystems gegen den Herkules hin u. s. f. andererseits ganz abgesehen) nach jener einen Secunde in einem um vier Meilen von jenem früheren Orte entfernten Orte des Weltraumes dich befindest, so kommt diesen zwei um vier Meilen abstehenden verschiedenen Ortsbestimmungen im Weltraum nicht weniger und nicht mehr als die Rolle von je einer Teilbedingung für das Zustandekommen je einer deiner beiden inhaltsgleichen absoluten Raumvorstellungen zu. Aber indem wir hier jene beiden Orte im Weltraum unter den weiten Begriff der „physikalischen Reize“ (vgl. über diesen Terminus §§ 22 und § 56 meiner Psychologie) deiner beiden absoluten Raumvorstellungen fassen, dürfen und müssen wir uns ja erinnern, dass, was selbst für den Astronomen noch ausser-subjectiver Raum ist, für den Metaphysiker doch nur ein die Raumvorstellung miterregendes Raum — „Ding an sich“ sei, das aller Wahrscheinlichkeit nach in sich nicht noch einmal räumlich oder auch nur raumähnlich ist (sondern nur nach seinen Relationen den Relationen zwischen absoluten Raumdaten irgendwie zugeordnet ist). Denn so wenig der Farbenempfindungserreger eine Farbe an sich zu sein braucht (wird doch nicht einmal der elastische oder elektromagnetische Aetherwellenzug als farbig angenommen), braucht der Raumempfindungserreger ein Raum an sich zu sein. — — Ich hoffe, das ist zugleich kantisch und unkantisch genug, um Anerkennung oder Ablehnung auf Grund einer anderen Prüfung als bloss der auf seine Uebereinstimmung etwa mit KANT's Raum-Theorie oder einer

10

nur zu gut begreifen — fast rechtfertigen. Die Grenzlinien zwischen vorstellbar und unvorstellbar, inhaltsarm und inhaltsleer sind ja auf diesem wie auf jedem den Sinneswahrnehmungen fern abliegenden Gebiete schwierig zu ziehen. — Möchte es aber auch gerade den Relativisten nicht verdriessen, wenn wir von seinem beliebten Handwerkszeug, den Relationen*), zur möglichst exact psychologischen Be-

gegnerischen zu verdienen. — Wie aber die Stellungnahme zu diesem Stücke Metaphysik auch ausfalle: die Ununterscheidbarkeit, sei es verschiedener Ausschnitte aus einem objectiven absoluten Raum, falls es doch einen solchen geben sollte, sei es der den Vorstellungen von solchen Raumausschnitten entsprechenden andersartigen metaphysischen Correlate, darf zum mindesten die gewonnene Einsicht in die psychologische Möglichkeit und Wirklichkeit absoluter Raumvorstellungen nicht mehr irre machen. — Und speciell der Physiker, der ja volles Recht hat, während des Arbeitens in seiner Wissenschaft alles besseren metaphysischen Wissens um die Nichtrealität der Farben, Töne, Temperaturen, Gestalten, Bewegungen u. s. f. ebensogut sich zu entschlagen, wie irgend ein anderer Mann des thätigen Lebens — der Physiker mag mit gleichem Recht, falls er einmal eine in sich widerspruchslose Vorstellung vom absoluten Raum bei sich fertig gebracht hat, von da an ruhig an das „Dasein“ eines absoluten Raumes zu glauben fingiren und mit diesem Begriff weiter arbeiten. —

Ich habe diese metaphysische Betrachtung über den eventuell objectiven realen Raum auf das Analogon vom Toncontinuum und zwar als den wichtigsten Punkt, in welchem die Analogie hinkt, verspart, weil wir es bei Tönen, beim Toncontinuum, Tonraum u. s. f. mit den sozusagen phsychologischen Tönen, den Empfindungsinhalten selbst, nicht nur mit den Tonerregern (Schallwellen, Schwingungszahlen und was diesen physikalischen Grössen metaphysisch entsprechen mag), zu thun hatten. Dass schon ein Ton eine absolute Tonhöhe hat, und dass er sie gehabt hätte, selbst wenn wir schon in der nächsten Secunde nichts mehr um sie wüssten, desgleichen dass zwei Töne, die wir bei extrem schlechtem absoluten Tonhöhen-Gedächtnis mit einander verwechseln, nichtsdestoweniger jeder für sich eine und nur eben seine absolute Tonhöhe haben — dass erst aus diesen absoluten Höhen die relativen sich ergeben, wenn auch bei jenem Mangel an Urteil über absolute Höhen die relativen das einzig Erkennbare scheinen mögen: all das galt nur von den Tonvorstellungen als solchen, den Tonempfindungen, bezw. den inhaltsgleichen Erinnerungs- und Phantasievorstellungen. Eben deshalb reicht aber auch die Analogie, wenn der absolute Tonraum zugegeben ist, nur hin, den absoluten Raum des Physikers sicher zu stellen, nicht einen absoluten Raum im metaphysischen Sinne. Hierzu würde ja eine Erörterung gehören, ob die selbst noch hinter den physikalischen Tonerregern liegenden „Dinge an sich“ der Claviersaiten, der schwingenden Luftteile, der Hörnerven u. s. f. je ein Continuum oder sonst eine Mannigfaltigkeit von absoluter, nicht selbst wieder nur relativer Bestimmtheit bilden; was zwar das verhältnismässig wahrscheinlichere ist, besser aber hier ausser aller weiteren Erörterung bleibt.

*) Ueber die Bedeutung der „Relationsübertragung“ für die „indirecten Vorstellungen“ vgl. meine Logik, § 26, mit den näheren Hinweisen auf MEINONG'S Relations-Theorie.

schreibung so anschauungsarmer Vorstellungsgebilde einen Gebrauch machen, der leicht allzu subtil erscheinen kann und dennoch demjenigen, der sich an relationstheoretische Betrachtungen gewöhnt hat, unabweisliches Bedürfnis ist.

Es sei gestattet, hier einen solchen relationstheoretischen Begriff, den der „geschlossenen Relationssysteme“, anzudeuten, der praktisch, so vor allem im Begriffe des „materiellen Systems“, längst bewährt*), aber erkenntnistheoretisch vielleicht doch gerade in seinen Anwendungen nicht genügend gewürdigt ist. Ich will als das uns hier unmittelbar angehende Beispiel einer vielleicht unscheinbaren Verwirrung, die sich durch jenen Begriff beheben soll, diejenige Stelle aus C. NEUMANN's Rede „Ueber die Principien der Galilei-Newton'schen Theorie“**) anführen, welche, wie es scheint, für STREINTZ der Anstoss zu seinem ganzen Buche geworden ist. Es ist der Satz: „Wir wissen ja nicht, was unter einer Bewegung *in gerader Linie* zu verstehen ist.“***)

---

*) Sehr schön bei MAXWELL, *Matter and Motion*, „Artikel VII: Definition eines materiellen Systems. Jedes wissenschaftliche Vorgehen leiten wir ein mit der Abgrenzung eines gewissen Gebietes oder Objectes für unsere Untersuchungen... In der Physik ist demnach der erste Schritt.. eine deutliche Abgrenzung des materiellen Systems, auf welches wir unsere Erörterungen beziehen..“ U. s. f.

**) Antrittsvorlesung am 3. November 1869. Leipzig, Teubner, 1870.

***) Dieser Satz gehört folgendem Zusammenhang an (die *cursiv* gedruckten Stellen sind es auch bei NEUMANN):

„Ein in Bewegung gesetzter materieller Punkt läuft, falls keine fremde Ursache auf ihn einwirkt, falls er vollständig sich selber überlassen ist, in *gerader Linie* fort und legt in gleichen Zeiten *gleiche Wegabschnitte* zurück. — So lautet das von Galilei ausgesprochene Trägheitsgesetz.

„In dieser Fassung kann der Satz als *Grundstein* eines wissenschaftlichen Gebäudes, als *Ausgangspunkt* mathematischer Deductionen unmöglich stehen bleiben. Denn er ist vollständig *unverständlich.* Wir wissen ja nicht, was unter einer Bewegung *in gerader Linie* zu verstehen ist; oder wir wissen vielmehr, dass diese Worte in sehr verschiedenartiger Weise interpretirt werden können, unendlich vieler Bedeutungen fähig sind.

„Denn eine Bewegung z. B. welche, von unserer Erde aus betrachtet *geradlinig* ist, wird von der Sonne aus betrachtet *krummlinig* erscheinen, — und wird, wenn wir unseren Standpunkt auf den Jupiter, auf den Saturn, auf andere Himmelskörper verlegen, jedesmal durch eine *andere* krumme Linie repräsentirt sein. Kurz! Jede Bewegung, welche mit Bezug auf *einen* Himmelskörper *geradlinig* ist, wird mit Bezug auf jeden *anderen* Himmelskörper *krummlinig* erscheinen.

„Jene Worte des Galilei, dass ein sich selber überlassener materieller Punkt in *gerader Linie* dahingeht, treten uns also entgegen als ein Satz ohne Inhalt, als

Ich möchte nun die Vorfrage stellen: Wenn wir schon die *„geraden Linien“*, längs welcher sich irgendwas bewegt, nur „mit Bezug auf *einen* Himmelskörper“ denken dürfen und wenn sie „mit Bezug auf jeden *anderen* Himmelskörper *krummlinig* erscheinen“ können — warum dann nicht auch die „geraden Linien“, aus welchen unsere Dreiecke, Vierecke u. dgl. m. bestehen? Warum sollen nur die phoronomischen Geraden, warum sollen nicht auch die geometrischen Geraden „krumm erscheinen“ können und dürfen?*) — Ich glaube, die Vorfrage braucht nur formulirt zu werden, um auch schon zum mindesten eine Mehrdeutigkeit des NEUMANN'schen Satzes „Wir wissen nicht, was unter einer Bewegung in geraden Linien zu verstehen ist“, auffällig zu machen. Ich weiss nicht, ob NEUMANN auch auf die Frage, was unter einer geraden Linie selbst (nicht nur unter der „Bewegung in ihr) zu „verstehen“ sei, ebenso ablehnend geantwortet hätte oder hat. Jedenfalls glaubt die Geometrie einen Begriff von der Geraden zu haben, welcher nicht erst durch Beziehung auf äussere Coordinatensysteme denkbar wird; müssen wir doch, damit die Gleichung $y = Ax + b$ wirklich eine Gerade darstelle, die Coordinaten-Achsen schon als Gerade vorausgesetzt haben. Gleichviel nun, ob die der analytischen längst vorausgegangene synthetische Behandlung der Geraden (und anderer

---

ein in der Luft schwebender Satz, der (um verständlich zu sein) noch eines bestimmten Hintergrundes bedarf. Irgend ein specieller Körper im Weltall muss uns gegeben sein, als Basis unserer Beurteilung, als derjenige Gegenstand, mit Bezug auf welchen alle Bewegungen zu taxiren sind, — nur dann erst werden wir mit jenen Worten einen bestimmten Inhalt zu verbinden imstande sein.“

*) An diesen Einwurf, der es mir seit dem Erscheinen von STREINTZ' Buch (1883) recht fühlbar machte, wieviel Unklarheiten in dem Streit um die absolute Bewegung neben den wirklichen Schwierigkeiten einherlaufen, rührt auch JOHANNESSON a. a. O. S. 6: „Es ist etwas wesentlich anderes, ob Neumann die Form der Bahn oder allgemeiner die Art der Bewegung ohne Bezugsort unbestimmt findet.“ — Aber schon der nächste Satz verdirbt jene Unterscheidung: „Freilich giebt es keine Linien ohne Bewegung und keine Bewegung ohne Linien ...“ Trotz der bekannten didaktischen Vorzüge „genetischer Definitionen“ von geometrischen Gebilden und trotz der berühmten Behauptung KANT'S von der „Synthesis“, welche mich z. B. die Gerade nur anschaulich vorstellen lässt, indem ich sie selber „construire,“ in der Phantasie „ziehe“, ist der Satz: „Keine Linie ohne Bewegung“, falsch. Er ist selber ein hübsches Beispiel für das Vorkommen der *gRS*; er verkennt, dass die geometrischen Relationen, welche (nebst den „absoluten Oertern“) das Wesen eines geometrischen Gebildes ausmachen, von allen Relationen zu Phoronomischem, und dahin gehört auch die „Entstehung durch Bewegung“, gänzlich unabhängig sind.

Linien) von ihr eine synthetische*) Definition geben zu können glaubt oder sich mit dem Hinweis auf die anschaulichen Vorstellungen von starren Stäben, gespannten Fäden und dergleichen begnügt: jedenfalls bilden die Vorstellungen von begrenzten wie unbegrenzten Geraden Beispiele zu dem, was ich allgemein „geschlossene Relationssysteme" nenne und im Folgenden durch *gRS* bezeichnen will.

Der Begriff eines *gRS* lässt sich durch folgendes Schema darstellen: Es seien A und B zwei Vorstellungs-Gegenstände, zwischen denen die Beziehung ϱ besteht. Ueberdies mag A noch zu anderen Gegenständen A_1, A_2, A_3 in den Beziehungen r_1, r_2, r_3 und B zu B_4, B_5 in den Beziehungen r_4, r_5 stehen. Wenn dann ϱ nur abhängig ist von A und B, d. h. wenn A und B unabhängig von allen übrigen Relationen, in denen eben diese A und B zu irgend Etwas ausser ihnen beiden noch stehen mögen, nothwendige und ausreichende Fundamente der Relation ϱ sind, so bilden **A**, ϱ, **B** zusammen ein *gRS*; symbolisch:

$$\begin{array}{ccccc} & & A_1 & & B_4 \\ & & r_1 & & r_4 \\ A_2 & r_2 & \mathbf{A} & \varrho & \mathbf{B} \\ & & r_3 & & r_5 \\ & & A_3 & & B_5 \end{array}$$

Es versteht sich, dass mit vorstehender Definition nur der denkbar einfachste Fall des Begriffes eines *gRS* getroffen ist, dass aber eben dieser Begriff einer Erweiterung auf drei oder mehrere, auch unendlich viele Fundamente fähig ist; und zwar kann es überdies geschehen, dass zwischen je einem Paar Fundamenten auch mehr als eine Relation bestehe; symbolisch $A^{\varrho}_{\varrho}B$. Worauf es dagegen hier allein ankommt, ist der Begriff des „geschlossen": er ist ein wesentlich negativer, d. h. er besagt, dass es — zunächst begrifflich — möglich sei, die eine Relation ϱ, in der A zu B steht, reinlich abzusondern gegen sämmtliche sonstige Relationen, in welchen dasselbe A zu Anderem, nämlich A_1, A_2.. steht oder stehen mag.

An den so definirten Relations-Begriff (d. h. hier: Begriff von einer Relationsform, die in sich jederzeit schon in höherem Masse complex ist, als es jeder Relation als solcher zukommt) schliesst sich

*) Die Ausdrücke „analytische" (d. h. der analytischen Geometrie angehörig) oder „synthetische Definition" hier nicht im Sinne der „analytischen und synthetischen Definition der Logik" (vgl. Logik § 29) genommen, dem der der Geometrie hier zufällig beinahe entgegengesetzt ist.

die Frage: Giebt es *gRS*? Ist ein solches reinliches Ablösen einer Relation von allen übrigen Relationen, welche ein Fundament gemeinsam haben, mehr als nur in Gedanken zulässig? Darauf ist zu antworten mit dem evidenten Relations-Urteile: Ja — auch zwischen Relationen selbst bestehen solche Unabhängigkeits-Relationen (welche letztere wir oben S. 46 als ω-Relationen bezeichneten).

Unser Beispiel für diesen Begriff des *gRS* besteht nun darin, dass für die Gerade zwischen was immer für Paaren ihrer Punkte AB, AC BC.. bestimmte Richtungsrelationen*) $\varrho, \varrho', \varrho''$.. bestehen, zwischen denen selbst wieder lauter Gleichheitsrelationen bestehen. Dass aber überdies diese Relationen unabhängig sind von allen Beziehungen auf Punkte ausser der Geraden, macht am kürzesten und handgreiflichsten (wenn auch nicht streng logisch abschliessend) die Anschauung von einer geraden starren Stange deutlich, die ja „gerade“ bleibt, mag sie auf was immer bezogen werden, in irgend einem relativen oder auch absoluten Raum wie immer herumwirbeln.

Hiermit sind wir schon von der geometrischen Geraden zur „phoronomischen Geraden,“ wie wir sie oben kurz nannten, übergegangen; die letztere ist es, deren Denkbarkeit Neumann leugnet. Nun dürfte zugegeben werden, dass, wenn an unserer starren Stange sich etwa eine durchbohrte Kugel fortschiebt, es immerhin einen — ich sage nicht den nächstliegenden — Sinn hat, auch von dieser Kugel noch zu sagen, sie „bewege sich in gerader Linie“; die gerade Stange schreibt eben der Kugel eine gerade Bahn vor. Gerade der Umstand aber, dass es uns allerdings nicht nahe liegt, bei dem Ausdruck „Bewegung in gerader Linie“ an diese mögliche Auslegung zuerst zu denken, kann uns wieder aufmerksam machen, wie wir immer darnach streben, specielle Bezugskörper (hier die Stange) als unwesentlich so schnell als möglich auszuschalten, und vorzudringen zu denjenigen Inbegriffen absoluter Oerter, die wir kurz als die „absoluten Bahnen“ bezeichnen wollen, und für die erst unsere mechanischen Gesetze eigentliche Geltung beanspruchen. Darf aber die Frage, ob es auch noch einen Sinn hat, sich in den absoluten Raum eine Gerade eingezeichnet zu denken, zunächst im geometrischen Sinne, nach dem was oben über die Entbehrlichkeit von geometrischen Coordinatensystemen gesagt wurde, bejaht werden, d. h. giebt es einmal eine

*) Vgl. meinen Aufsatz „Zur Analyse der Vorstellungen von Abstand und Richtung.“ Ztschr. f. Psych. Bd. X. 1896.

absolute geometrische Gerade, so hindert nichts mehr, sie nachträglich von einem Punkte durchlaufen zu denken und ihr also die Rolle einer phoronomischen Geraden, einer absoluten geraden Bahn beizulegen.

Nur andeuten möchte ich noch eine verwandte Erwägung relationstheoretischen Charakters, welche nicht nur ebenfalls die Bedenken gegen die Begriffe des Absoluten und der absoluten Bewegung soll mildern helfen, sondern welche mir geradezu den Rechtsgrund allgemein auszusprechen scheint, um dessenwillen wir aus den in die Erscheinung fallenden concreten relativen Bewegungen nicht nur die „Denkbarkeit", sondern sogar ein Stück „Erkennbarkeit" der ihnen zugrunde liegenden absoluten Bewegungen herauszulesen und herauszulösen berechtigt sind. Es ist folgender Gedanke:

In einer Relation $A \varrho B$ wechselt im allgemeinen ϱ, wenn bei unverändertem A das B wechselt (oder A bei unverändertem B). Ist aber in besonderen Fällen das Verhältniss ein solches, dass innerhalb dieser Wechsel des ϱ etwas an dem ϱ immer dasselbe bleibt, wiewohl das B gewechselt hat, so muss dieser „Kern" des ϱ inbezug auf B nicht relativ und insofern absolut sein.*)

Sogleich wieder in unserem Falle der absoluten Bewegung: es ist nur die im Grunde von niemandem je geleugnete weitgehende „Gleichgiltigkeit", was für einen speciellen Bezugskörper ich wähle, welche

*) Ausser dem oben gegebenen Beispiel, d. h. der Anwendung jenes relationstheoretischen Satzes auf die absolute Bewegung, führe ich als zweites Beispiel eines aus der Arithmetik an; nämlich eine Erwägung, die geeignet sein dürfte, in dem viel verhandelten $(-a) . (-b) = +ab$ mehr als eine Sache blosser „Willkür" oder „Bequemlichkeit" zu sehen. Beziehen wir nämlich diejenigen Grössen, welche inbezug auf den gewöhnlichen Nullpunkt 0 durch $-a$ und $-b$ gemessen oder gezählt sind, auf einen solchen Nullpunkt Ω, dass inbezug auf ihn die entsprechenden Zahlen $\omega - a$ und $\omega - b$ nicht mehr negative, sondern „absolute" Zahlen sind, so ergiebt sich das Product

$$(\omega - a)\ (\omega - b) = \omega^2 - \omega a - \omega b + ab$$

nach Sätzen der Addition, Subtraction und Multiplication ohne Berufung auf Negatives. Verkleinern wir dann jenes den Nullpunkt zurückverlegende ω der Reihe nach um 1, 2, 3 . ., so ändert sich jenes viergliedrige Multiplicationsresultat nach einem leicht zu durchblickenden Gesetz, das, ohne das $(-a) . (-b) = +ab$ schon vorausgesetzt zu haben, speciell für den alten Nullpunkt eben dieses Product $0 + ab = +ab$ liefert. (Diese Erwägung knüpft an eine Bemerkung aus der Antrittsvorlesung BOLTZMANN's bei Uebernahme der Professur der Mathematik in Wien, 1874, an; ich vermag aber nicht mehr festzustellen, bis wieweit sich jene Anregung in den angedeuteten Beweis erstreckt.)

wir theoretisch dahin formuliren können, dass wenigstens ein Teil der Eigenschaften der Bewegungen mit den Relationen zu den Bezugskörpern nichts zu thun habe, also in diesem Sinne absolut sei. In diesem Sinne sagten wir schon oben (S. 138), dass die relativen Bewegungen ihre Eigenschaften von den absoluten „zu Lehen tragen“, nicht umgekehrt; also in dem damaligen Beispiele: dass wir in der relativ zu dem ruhenden Tisch gleichförmig geradlinig rollenden Kugel sofort ein Anzeichen für ein absolutes Gleichförmig-geradlinig sehen, welches Anzeichen wir aber auch sogleich wieder anders deuten, wenn uns etwas vermuthen lässt, dass der Tisch selbst sich bewege oder gar auf die Bewegung einwirke — kurz: gegenüber der absoluten Bewegung der Kugel nicht die Rolle eines „gleichgiltigen Umgebungsbestandtheiles“ darstelle. Von diesem „gleichgiltig“ hängt nun alles ab. Theoretisch heisst es ebenfalls soviel wie „unabhängig“ — also wieder dasselbe, was wir oben (S. 46) als ω-Relation (im Gegensatz zur Nothwendigkeits- oder α-Relation) bezeichneten.

Johannesson*) hat in dankenswerter Weise den Begriff der „Unabhängigkeit“, welcher in den beiden vorigen relationstheoretischen Begriffsbildungen die Hauptrolle spielt, einer Distinction unterzogen. Es handelt sich bei J. speciell um die „Unabhängigkeit von anderen Massen“ bei einem in seiner Bewegung beharrenden Massenteilchen; und J. sagt mit Recht**): „Unabhängigkeit ist . . ein völlig inhaltsloser Ausdruck, wenn nicht gesagt wird, welche Abhängigkeit dadurch verneint werden soll. „„Unabhängig von anderen Massen““ bedeutet einmal ohne Raumbeziehung, das anderemal ohne Kraftbeziehung.“ — Was nun J. gegen die im Trägheitsgesetz postulirte Unabhängigkeit von Kraftbeziehungen sagt, wonach diese auf einen plumpen Cirkel hinausliefe, dürfte durch die früheren Unterscheidungen (S. 83), falls anders diese selbst im Rechte waren, für widerlegt gelten; nämlich durch diejenige Fassung des Kraftbegriffes, nach welcher er zunächst allgemeiner ist als ein blosses Correlat zum Begriff der

*) a. a. O. S. 7 ff.

**) Ich sehe hier von einigen Bedenklichkeiten im Einzelnen ab, so von dem Satze „Im Grunde sind doch alle Dinge und Vorgänge der Welt abhängig oder unabhänig von anderen, je nach der Beziehung, die man ins Auge fasst.“ Nur wenn man den Abhängigkeitsbegriff selbst wieder bis zur Verschwommenheit erweitert, lässt sich die Behauptung: „Alle Dinge . . sind abhängig . . von einander“ gegenüber den schon oben (S. 47) in Sachen der ω-Relation vollzogenen Feststellungen halten.

gleichförmig geradlinigen Bewegung und erst nachmals durch das Trägheitsgesetz seine thatsächliche physikalische Erfüllung erfährt. Dass es in diesem Sinne der negirten Kraftbeziehung „gleichgiltige Umgebungsbestandteile“ gebe, ist jedem Physiker so einzig natürlich zu denken, dass er vielmehr überhaupt auf jedes Experimentiren verzichten müsste, wenn er einmal nicht mehr den Unterschied zwischen einem Variiren der Umgebung, das den Erfolg eines Versuches beeinflusst, und einem solchen, das ihn nicht beeinflusst, machen dürfte.

Bleibt also das „Fehlen der Raumbeziehung“ — augenblicklich auch unsere Hauptfrage. J. bringt einen Lösungsversuch, indem er eine „Doppelsinnigkeit des Wortes Raum“ finden will. Ich glaube, dass die hier vorgeschlagene Bedeutung, wonach „Raum“ eine räumliche Materie*) selbst solle bedeuten können, dem gegenwärtigen, d. h. nach-cartesischen, Sprachgebrauch schwerlich mehr entspricht. (Bei Kant scheint sie allerdings in einigen Bestimmungen von S. 15 ff. noch anzuklingen, so „Der Raum, der selbst beweglich ist, heisst der materielle Raum“; doch dies sicher nur dem Wortlaute, nicht der sonstigen Kant'schen Raumlehre nach.) Was vollends die Identificirung dieses materialisierten Raumes mit dem „Aether“ betrifft, so werden über diese beliebte Wendung sogleich noch einige Worte zu sagen sein (S. 156).

Halten wir trotz dieses Verzichtes auf J.'s speciellen Lösungsversuch seine Distinction zwischen Fehlen der Kraftbeziehung und Fehlen der Raumbeziehung fest, so ist die letzte psychologische Frage die: Stehen wirklich unsere Gedanken an Bewegung völlig still, wenn wir ein sichtbares (allgemeiner: sinnlich wahrnehmbares) Ding in sichtbarer Umgebung sich haben bewegen sehen, und es verblassen in dieser Umgebung allmälig oder plötzlich alle „Marken“, auf welche wir die Bewegung jenes Dinges soeben noch bezogen hatten? Oder umgekehrt: Ich stehe innerhalb eines Caroussels mit cylinderrunden Wänden, die aber so gleichmässig gefärbt sind, dass ich

*) Die Stelle lautet ausführlicher (S. 13): „Wir meinen nämlich, dass die Ueberzeugung von der Beziehungsnatur aller Bewegung von niemandem bestritten wird. Die scheinbare Meinungsverschiedenheit über die „absolute“ und „relative“ Bewegung beruht allein auf der Doppelsinnigkeit des Wortes Raum. Wer Bewegungen gegen den Raum geschehen lässt, denkt diesen sich als Stoff; wer sie nur gegen Massen denkbar findet, sieht in dem Raum eine Beziehungsform des Stoffes. Danach fallen beide gegen einander gerichteten Aussagen in die eine zusammen, dass alle Bewegung eine Umordnung von Massen sei. Dabei ist die den Raum vertretende Masse die sinnlich nicht wahrnehmbare, die man Aether nennt.“ U. s. f.

keinerlei Anhaltspunkt an der Wand habe, ob ich und die Wände uns in Bezug auf einander drehen, oder ob wir in Bezug auf einander ruhen; ich spritze dann einige Farbentropfen gegen die Wand und erkenne erst jetzt an ihrem Ruhigbleiben oder Kreisen, dass jetzt relative Ruhe oder relative Bewegung stattfinde. Ist es dann sinnlos zu sagen, auch vor jenem Spritzen habe diese Bewegung stattgefunden oder nicht stattgefunden? Gewiss ermöglichen mir nur die Marken das concrete Erkennen der Bewegung; aber sollte auch das abstracte Denken der Bewegung schon dort völlig endigen, wo alle Anhaltspunkte in sinnlichen Qualitäten zum Erkennen einer relativen Bewegung in dem oben (S. 130) als dem eigentlich den Relativisten am Herzen liegend festgestellten Sinn ausgeschlossen? — Diese „Denkbarkeit“ der absoluten Bewegung brächten wir, meine ich, auch dann noch nicht los, wenn wir auf die „Erkennbarkeit“ resignirt hätten.

Aber nicht nur „denkbar“ ist die absolute Bewegung, auch irgendwie „erkennbar“ ist sie — auch absolute Translations-Bewegung von Punktsystemen, auch absolute geradlinig gleichförmige Bewegung von einzelnen Punkten ist erkennbar; nämlich das macht eine, wenn auch manchmal nur insgeheim gehegte Ueberzeugung sogar der nach Bezugskörpern um jeden Preis Suchenden aus, dass Punkte und Punktsysteme, für deren Bewegungen die Unabhängigkeit von allen speciellen Bezugskörpern nachgewiesen ist (und das glauben wir ja doch von blossen Farbenflecken u. dgl.), die Eigenschaften ihrer Bewegung nicht von den Bezugskörpern „zu Lehen tragen“, sondern dass die Art der Relationen hier, bei der Bewegung wie sonst überall, letztlich doch von den Aenderungen, die mindestens je ein in sich absolutes Fundament, hier die absolute Ortsbestimmung erleidet, abhänge.

Indem wir so die oben S. 137 geschilderte vorwissenschaftliche Neigung, relative Bewegungen auf absolute zu deuten, einer nachträglichen wissenschaftlichen Sanction — sowohl physikalischer, wie erkenntnistheoretischer Art recht wohl fähig halten, sei zur Versöhnung eines sonst allzuweit von der verbreiteten Beschränkung auf Relativitäten abweichenden Gegensatzes noch auf Folgendes hingewiesen: Gewiss sind die relativen Bewegungen ausnahmslos das πρότερον πρὸς ἡμᾶς, der Erkenntnisgrund, auf den sich all unser nicht bloss abstract unanschauliches Wissen um die Bewegung und ihre Gesetze gründen muss. Hiermit aber verträgt sich ja hier wie sonst überall, dass unser Erkennen über sich selbst hinaus an Realgründe, an ein

πρότερον τῇ φύσει, denkt; wofür das simple Beispiel*) das vom Thermometer ist, aus dessen Steigen wir auf Erwärmung schliessen, eben indem wir denken, dass erst aus der Erwärmung das Steigen hervorgegangen sei. Nichts wesentlich anders als diese unentbehrlichste Logik ist es, keineswegs schon dunkle Metaphysik, wenn wir die relativen Bewegungen unseres physikalischen Wissens aus absoluten Bewegungen hervorgegangen denken, von denen wir freilich viel weniger wissen, als von jenen relativen — nämlich, wie oben schon wiederholt zugegeben wurde, schlechterdings nichts Concretes über die absoluten Richtungen und Geschwindigkeiten solcher Translationsbewegungen, bezw. geradlinig gleichförmiger Bewegungen von Punkten, ohne doch diese abstracten Begriffe selbst los werden zu können. Auch jenes unser Wissen, dass wir über jene concreten Bestimmungen nichts wissen und nichts wissen können, hätten wir ja nicht ohne logisch tadellose Begriffe von dem Nichtzuwissenden.

Indem ich hoffe, den nicht mir allein, sondern trotz aller gegenteiligen Versicherungen doch den Allermeisten vorschwebenden Begriff der absoluten Bewegungen vor dem Vorwurf der Inhaltsleere gerade dadurch einigermaassen gesichert zu haben, dass wir seine Inhaltsarmuth zugeben, möchte ich nun noch vor einem Auskunftsmittel warnen, welches sich in den Aeusserungen der Relativisten aus den letzten Jahrzehnten immer häufiger herangezogen findet und das mir beinahe wie die Stimme eines bösen Gewissens zu klingen scheint. Es ist der „Aether“, welcher, weil es mit dem Neumannschen Körper Alpha und ähnlichen Auskunftsmitteln nicht vorwärts wollte, den Bezugskörper um jeden Preis abgeben soll. Ich gestehe nun, in dieser Sache ein viel anspruchsvollerer Relativist zu sein, als alle diejenigen, welche den Aether als Bezugskörper empfehlen oder doch gelten lassen. Denn das verlangt ja die dritte (S. 130), die Hauptbedeutung der These: „Alle Bewegung ist relativ“, dass auch das zweite Relationsfundament direct für sich, sozusagen absolut, wahrnehmbar sein müsse; und nur dort, wo es mit den Wahrnehmungen nicht mehr vorwärts will, wird ja der Aether angerufen. Mag nun aber der Licht-, der elektrische, der Schwere-Aether (vielleicht auch die Identität dieser zur Erklärung verschiedener Erscheinungskreise ersonnenen Hilfs-Stoffe) aus directen Daten mit so hoher Wahrscheinlichkeit erschlossen sein, dass der Physiker mit ihnen wie mit direct

*) Weitere Beispiele vgl. Logik, § 58.

wahrnehmbaren und wahrgenommenen Grössen arbeitet (über das Maass der Berechtigung einer derart festen Ueberzeugung vom Aether sind bekanntlich die Meinungen immerhin noch geteilt): jedenfalls hätte aber dann der nicht den Licht-, den elektrischen, den Schwere-Phänomenen zuliebe, sondern nur dem Dogma zuliebe, jede Bewegung müsse relativ sein und daher müsse es auch, wenn keinen wahrnehmbaren, so einen unwahrnehmbaren Bezugskörper geben, angenommene Aether zum allermindesten erst irgendwie darüber sich auszuweisen, dass er, dieser „Relativitäts-Aether", wirklich mit einem jener physikalischen Aether oder allen zugleich identisch sei. — Zudem könnte, wer nicht schon dogmatischer Relativist ist, auch hier die Frage nicht unterdrücken, ob dieser Aether als Ganzes absolut ruhe oder sich absolut bewege; natürlich wird er sofort hinzufügen, dass auch für dieses Aetheruniversum die absolute Richtung und Geschwindigkeit seiner Bewegung nicht erkennbar wäre. — Schon die Möglichkeit eines solchen Weiterfragens dürfte den Eindruck bekräftigen, dass wir durch die Annahme eines Relativitäts-Aethers wenigstens um nichts physikalisch — und ich glaube freilich: womöglich noch weniger philosophisch — weitergekommen sind und je weiterkommen werden.

Gilt es nicht Fictionen zu erkenntnistheoretischen Zwecken, sondern physikalische Wirklichkeiten, so zweifle ich keinen Augenblick — ganz mit Mach, der der Einzige ist, welcher statt aller fingirten Körper Alpha, gyroskopischen Compasse u. s. f. auf den Fixsternhimmel als das einzige physikalisch brauchbare Bezugssystem sich beschränkt hat —, dass wirklich niemals ohne sehr wesentliche Mitbeteiligung gerade nur dieser Relation in einer physikalischen Mechanik gearbeitet worden ist oder gearbeitet werden wird.

Mit dieser Ueberzeugung aber ist noch gar nichts entschieden zwischen zwei Möglichkeiten: der einen, dass schon zum Begriff der Bewegung, unmittelbar oder mehr oder minder mittelbar, eine Beziehung auf den Fixsternhimmel gehöre; und der anderen, dass wir den Fixsternhimmel deshalb und nur deshalb so brauchbar als Universal-Coordinatensystem finden, weil wir aus der — von den auf „Tischen" rollenden „Kugeln" ausgehenden, bis zum Theorem von der „invariablen Ebene" des Planetensystems ausgebauten und endlich auf alle leuchtenden und nichtleuchtenden Weltkörper ausgedehnten — Mechanik wissen oder mit evidenter Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass auch der Fixsternhimmel sammt allen

für uns unwahrnehmbaren kosmischen Massen als Ganzes nicht anders als translatorisch im absoluten Raum sich bewege (oder vielleicht ruhe, was aber nur ein Fall unter unendlich vielen gleich möglichen wäre).

Ich habe schon dargelegt, welche Gründe mir nur für die zweite Möglichkeit zu sprechen scheinen. Ich möchte aber noch einen Grund gegen die erste Auffassung geltend machen, und erlaube mir ihn in die Form der etwas paradoxen Frage zu kleiden: Hätten wir heute eine Mechanik, und zwar wesentlich unsere, die Galilei-Newton'sche Mechanik, wenn sich bei Galilei's Geburt der Himmel bewölkt und seither nicht wieder geklärt hätte? Die Frage müsste offenbar verneint werden, wenn wirklich schon zu allen denjenigen Begriffen, welche, wie der der „Bewegung" in dem Gegenstand der Mechanik, und wie die phoronomischen Unterschiede einer gleichförmigen und ungleichförmigen, einer geradlinigen und krummlinigen in den allerersten Principien der Mechanik, die Beziehung zum sichtbaren Fixsternhimmel als ein constitutives Merkmal gehörte. — Ich glaube aber, die Wenigsten werden jene Frage wirklich verneinen wollen, und sie werden sich auch nicht einschüchtern lassen durch den Einwand, dass wir „nicht wissen können", was bei so anhaltend schlechtem Wetter alles passirt und nicht passirt wäre. Billard gespielt z. B. wäre wahrscheinlich erst recht fleissig worden, und so wäre zunächst das Trägheitsgesetz weder unentdeckt noch unausgesprochen und unangewendet geblieben. Aber auch das Kanonenschiessen hätte sich weiter entwickelt, und so wäre jedenfalls die westliche Deviation bei weiten Schüssen nach Süden bemerkt, hiedurch die Drehung der Erde entdeckt, später durch ein Foucault'sches Pendel bestätigt worden u. s. f.: kurz, es fehlte wahrscheinlich auch dann nichts zu unserer heutigen physikalischen und mathematischen Mechanik. . . Eher noch als in logisch-begrifflicher Hinsicht wäre jener bedeckte Himmel dem Fortschritte der Wissenschaft dadurch schädlich gewesen, dass das anhaltend trübe Wetter die zum Forschen nöthige Heiterkeit beeinträchtigt hätte. . .

Um was aber bei Wegfall unseres (trotz Eigenbewegungen der Fixsterne, Veränderlichkeit des Sterntages*) und dgl.) durch keinen

*) Ich bin auf alle den Einwürfen gegen einen absoluten Raum mehr oder weniger ähnlichen gegen eine absolute Zeit und ihre Messung nicht eingegangen, zunächst weil auch Kant in unserer Schrift sie nicht berührt. (Einiges hierüber in meiner Psychologie, § 52, S. 360.

gyroskopischen Compass an Orientirungswert übertroffenen Coordinatensystems, des Fixsternhimmels, die physikalische Mechanik an numerischer Genauigkeit unvermeidlich ärmer wäre, um ebensoviel wäre die „Philosophie der Mechanik“ reicher. Denn die des Blickes auf den glitzernden Sternhimmel beraubte *„sensation“* (im Sinne LOCKE's) hätte dann wohl längst der *„reflection“* neben sich den dieser gebührenden Platz eingeräumt: dieser psychologischen, logischen, erkenntnistheoretischen Reflexion bleibt eine eigenartige Freude vorbehalten an der wunderbar complicirten psychischen Formen der Vorstellungs- und Urteilsbildung, die uns über blosse „Empfindung“ hinaus bei unserem Wissen und Verwerten mechanischer Realitäten und Relativitäten zur Verfügung stehen, und die uns zu einem erst aus den Relationen zu gewinnenden Begriff von und Wissen um einen absoluten Raum und eine absolute Bewegung*) überhaupt verhelfen.

Indem ich der Mechanik die Philosophie der Mechanik gegenüberstelle, rühre ich an den alten Streit, ob es eine Philosophie neben den anderen Wissenschaften überhaupt geben könne

*) Dass ich nicht eine phsyikalisch ganz verlorene Position durch obige Beiträge zur Philosophie des Absoluten zu halten versucht habe, darüber beruhigen mich — ausser zahlreichen mündlichen Aeusserungen, die ich seit vielen Jahren bei Physikern und Mathematikern einzuholen nicht versäumt habe — auch so manche furchtlose litterarische Kundgebungen für absoluten Raum und absolute Bewegung. Ich führe hier nur zwei an:

VOLKMANN („Ueber Newton's Philosophiae naturalis principia mathematica und ihre Bedeutung für die Gegenwart“, Vorträge, gehalten zu Königsberg 1898, 17 S.), sagt zunächst unter Hinweis auf die Untersuchungen von LAPLACE, DELAUNAY und ADAMS über die Veränderlichkeit unserer dem Fixsternhimmel entnommenen Zeitsecunde: „Wenn man im Hinblick auf jene neueren Untersuchungen das liest, was NEWTON am Ende seiner Definitionen unter „Scholium“ über die absolute, wahre mathematische Zeit auf der einen Seite, über die relative, scheinbare, gewöhnliche Zeit auf der anderen Seite sagt, kann ich nicht finden, dass dabei NEWTON unter dem Einfluss mittelalterlicher Philosophie zu stehen scheint, oder dass er sich mit müssigen, metaphysischen Begriffen beschäftigt.

Aehnlich werden wir NEWTON's Aeusserungen über den absoluten und relativen Raum aufzufassen haben. Es ist ja ganz richtig, dass wir uns räumlich zunächst nur relativ orientiren können, aber beim Ausbau des wissenschaftlichen Systems erhebt sich die Forderung, ein weiteres Orientirungselement einzuführen. Von dieser Forderung durchdrungen erscheinen moderne Untersuchungen, wie die über den Unterschied der Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende und

(— um das einstige „über" streitet ja heute kein wissenschaftlicher Philosoph mehr); speciell, ob es eine Erkenntnistheorie neben dem Erkennen geben kann und soll. Nicht einen allgemeinen Beweis

---

bewegte Körper — und wenn wir NEWTON daraufhin studiren, werden wir in seiner Darstellung sehr verwandte Tendenzen mit modernen Untersuchungen auffinden können. Mag der Ausdruck „Spatium absolutum" zu Bedenken Anlass geben, mag der damit zu verbindende Begriff NEWTON nicht gleich anfänglich mit voller Klarheit entgegengetreten sein; wir werden um so weniger berechtigt sein, den Ausdruck NEWTON's zu seinen Ungunsten zu interpretiren, wenn wir sehen, wie er in der Unterdrückung metaphysisch so verdächtiger Stellen, wie „Centrum systematis mundani quiescere", von der ersten zur zweiten Auflage fortgeschritten ist.

Bleiben wir, wie MACH es thut, bei der Thatsache der relativen Orientirung stehen, dann erscheint die geocentrische Auffassung nach PTOLEMÄUS gleichwertig mit der heliocentrischen Auffassung nach KOPERNIKUS. Sehen wir uns beide Auffassungen im Lichte der NEWTONschen Darstellung an, dann kann man sagen, es ist die Forderung NEWTONS nach Orientirung im Raum, welche zu Gunsten von KOPERNIKUS entscheidet — oder auch umgekehrt, die ganze NEWTONsche Gravitationsanschauung entscheidet zu Gunsten der inneren Berechtigung der Forderung nach Raumorientirung im Sinne von KOPERNIKUS.

Auch hinsichtlich der Unterscheidung einer absoluten und relativen Drehung muss ich den NEWTONschen Standpunkt vertreten. Ebenso wie wissenschaftlich die Standpunkte des KOPERNIKUS und PTOLEMÄUS sich gegenseitig ausschliessen, trotzdem beide sinnlich von einander nicht zu unterscheiden sind und demnach beide Fälle für denselben Fall gehalten werden könnten, wird wissenschaftlich auch die Drehung des Wasserglases NEWTONS gegen den Fixsternhimmel unterschieden werden müssen von der Drehung des Fixsternhimmels gegen das Wasserglas. Das directe sinnliche Unvermögen einer Unterscheidung beider Fälle wird allerdings die Entscheidung der Frage ganz offen lassen müssen, ob der systematische Fortschritt der Wissenschaft eine solche Unterscheidung vielleicht einmal fordert. So aufgefasst hat aber die NEWTON'sche Forschung dagegen entschieden, dass der Fixsternhimmel als sich im Kreise drehend angesehen werden kann, mit anderen Worten: die Drehung des Fixsternhimmels um die ruhende Erde setzt ein überaus künstliches System von Kräften im Sinne NEWTON's voraus, und die Auseinandersetzungen NEWTON's über Zeit, Raum und Bewegung können in diesem Zusammenhange gar nicht als müssige metaphysische Speculationen aufgefasst werden. Es sind Forderungen der Forschung, welche NEWTON in seiner Darstellung vorwegnimmt." —

Für die absolute Bewegung ist ferner jüngst POSKE eingetreten in seiner schon oben (S. 83) erwähnten Anzeige von JOHANNESSON's Programm über „Das Beharrungsgesetz". Indem ich hier diejenige Hauptstelle, in welcher POSKE seine eigene Auffassung in kurzen Andeutungen darlegt, wiedergebe, darf ich es dem Leser überlassen, die wenigen, fast untermerklichen Nuancen zwischen POSKE's und meiner Auffassung zu vermerken:

„Man verwirrt die ohne Frage hier vorhandenen Schwierigkeiten bis zur

für die Bejahung dieser Streitfrage gedenke ich hier anzutreten, denn alles hiefür Nöthige scheint mir seit Langem aufs überzeugendste gesagt.*) Dass zum mindesten Logik, Ethik und Psychologie

---

völligen Unlösbarkeit, wenn man die KANT'sche Lehre von der Transscendentalität des Raumes in die Untersuchung hineinzieht. Auch KANT gesteht dem Raum „empirische Realität“ zu und giebt demnach der Physik die Möglichkeit, einen realen Raum (entgegen der DESCARTES schen Auffassung) bei ihren Festsetzungen zu Grunde zu legen. Die Frage nach der Denkbarkeit einer absoluten Bewegung ist für die Physik mit dem Zugeständnis eines realen Raumes ohne weiteres in bejahendem Sinne beantwortet. . . . Auch für die Drehbewegung wird sich der absolute Charakter füglich nicht wegdisputieren lassen. Ein Versuch des Verfassers, die Relativität der Drehbewegung experimentell zu beweisen [vgl. o. S. 123], ist missglückt und würde voraussichtlich auch bei sorgfältigerer Versuchsanordnung zu keinem andern Resultate führen. Wenn nun eine absolute Bewegung auch denkbar ist, so ist sie doch ohne Bezugskörper oder Achsensystem weder erkennbar, noch einer genauen Beschreibung zugänglich. Nach allen darüber stattgehabten Diskussionen ergibt sich, dass man nichts weiter thun kann, als ein nach den Fixsternen orientirtes Achsensystem zu Grunde zu legen. Wollte man hiergegen die Veränderungen in der Lage der Fixsterne gegen einander ins Feld führen, so wäre damit doch nichts gegen die Möglichkeit eines absoluten Achsensystems bewiesen, sondern nur die Aufgabe gestellt, jede spätere Lage der als Bezugskörper gewählten Fixsterne auf die frühere zurückzuführen. Ueber die Nothwendigkeit der Wahl eines Bezugssystemes, sobald es sich um Aussagen über irgendwelche Bewegung handelt, kann nach C. NEUMANN's Auseinandersetzungen kein Zweifel mehr bestehen.“

*) Sehr entschieden hat diese Beziehung zwischen Philosophie und Psychischem LIPPS in seiner Psychologie von 1883 betont, und dann ähnlich, ohne damals hievon zu wissen, MEINONG in seinem Buche „Ueber philosophische Wissenschaft und ihre Propädeutik“, 1885. — Die erste mir bekannte Bestimmung des Gegenstandes der Philosophie als sich deckend mit dem P s y c h i s c h e n als solchem, den Gegenständen der i n n e r e n Erfahrung, finde ich in den Philosophischen Monatsheften, 1876 S. 346, wo MEINONG (gelegentlich einer Anzeige von SPICKER's „Kant, Hume und Berkeley“) sagt: „Referent muss also auf die alte Frage zurückkommen: ist die Philosophie bei der Teilung der Erde wirklich eer ausgegangen? Zum Glück richtet sich kein Ding nach den Definitionen, die man von seinem Begriffe aufstellt, und so ist auch der Philosophie, wie Referent meint, ein ganz eigenthümliches Gebiet geblieben, das ihr keine andere Wissenschaft streitig machen kann; sie hat es darum auch nicht nöthig, aus der Reihe der empirischen Wissenschaften herauszutreten, dagegen wird ihr aber der eigenthümliche Charakter ihres Gebietes in der That zuweilen gestatten, in ihren Folgerungen grössere Allgemeinheit als andere Disciplinen zu erzielen. Referent trägt also kein Bedenken, die Philosophie unter die E r f a h r u n g s wissenschaften zu zählen, nur mit dem Zusatz, dass die Erfahrung, mit der sie sich beschäftigt, nicht ä u s s e r e, sondern i n n e r e Erfahrung ist. Auf diesem Gebiete hat die Philosophie, vor allem in der Psychologie und Logik, alle wirklichen Erfolge errungen, die sie aufzuweisen hat; und soll sie anderen Wissenschaften ebenbürtig

wissenschaftliche Disciplinen sind und allgemein „philosophische Disciplinen“ genannt werden, bildet den der Willkür des Einzelnen entrückten Beweisgrund dafür, dass „man“ unter Philosophie thatsächlich einen Inbegriff von Disciplinen verstehe, welche den verschiedenen Aeusserungen des Psychischen — die Logik dem richtigen Denken, die Ethik dem guten Wollen und die Psychologie allen Elementarformen des Geistes- und Gemüthslebens — näher stehen, als die anderen, specielleren Geisteswissenschaften und als umsomehr die Naturwissenschaften.

Kant hat, indem er die ganzen „Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ hindurch (von wenigen Ausnahmspunkten abgesehen) die Wesensverschiedenheit zwischen den mechanischen Lehren selbst und der erkenntnistheoretischen (oder wie er es nennt, kritischen, transscendentalen) Reflexion auf den Erkenntnisvorgang festhält und einschärft, ein charakteristisches Beispiel dafür gegeben, dass das Auseinanderhalten von Naturwissenschaften und Philosophie bei aller Schärfe des Unterschiedes keinerlei Gegensatz bedeutet. Und speciell durch den an sich etwas befremdenden Titel „Phänomenologie“ des IV. Hauptstückes hat er angedeutet, dass das Hauptproblem der ganzen theoretischen Philosophie, das Verhältnis des Erkennens zu seinem Gegenstande, eben schon dort anfängt, wo man auch nur von „Phänomen“ spricht. Denn was wäre das für ein „Erscheinen“,

---

zur Seite stehen (mehr wünscht Referent ihr gar nicht), so wird das nur durch ebenso exacte empirische Forschung zu erreichen sein, als die war, welche die anderen Wissenschaften auf ihre gegenwärtige Höhe emporhob.“

Indem ich mich zu dieser Abgrenzung der Philosophie nach einem bestimmten Gegenstande, dem Psychischen und was mit ihm zusammenhängt, bekenne, kann und will ich an dieser Stelle nicht eingehen auf die Gründe und Bedenken, welche dagegen protestieren, dass man „die Philosophie in Psychologie aufgehen“ lasse. Von allem, was hiegegen zu sagen wäre, nur die Feststellung, dass durch den erkenntnistheoretisch näher zu begrenzenden, dann aber auch verbürgten Primat des Psychischen der Philosophie wirklich sogar etwas, wie ein „Über“ den Einzeldisciplinen (sogar ihren eigenen) sozusagen wider ihren Willen zufällt. Es lässt sich nämlich im Contraste gegen die Thatsache, dass die im engeren Sinne sogenannte Naturwissenschaft als ganze und in jeder ihrer Disciplinen grundsätzlich vom Psychischen, von der „psychischen Natur“, abstrahiert, darauf hinweisen, dass nicht ebenso die Philosophie vom Physischen abstrahieren kann — so dass man vielleicht sogar sagen könnte: „Philosophie ist die Wissenschaft, die von nichts abstrahiert; welche Bestimmung aber nun freilich nicht etwa als strenge Definition, sondern mit einigem Humor genommen sein will.

zu dem man kein Denken denken dürfte, dem es erscheint? Diejenige neueste Philosophie freilich (z. B. MÜNSTERBERG's, auch wieder CORNELIUS' in seiner Psychologie), welche von psychischen „Inhalten" spricht und dabei nicht merkt, dass schon das Wort „Inhalt" zu viel gesagt ist, wenn man die Correlation zum psychischen „Act" zugleich mit diesem gestrichen hat, mag freilich zusehen, wie sie sich auch nur mit dem Namen des „Phänomens" abfindet. — Aber auch was nun den besonderen Gegenstand dieser KANT'schen Phänomenologie betrifft, so dürfte vielleicht nur zu sehr sich bestätigt haben, was eingangs dieses Hauptstückes gesagt wurde: dass uns gerade die Probleme des absoluten Raumes und der absoluten Bewegung zu einer auch vor Subtilitäten nicht zurückschreckenden psychologischen Analyse unserer Vorstellungen von „Gegenständen höherer Ordnung" noch unerbittlicher zwingen, als selbst die Probleme der Masse, der Kraft und was sonst an Begriffen der Mechanik allezeit die philosophische Reflexion herausgefordert hat.

Aber auch abgesehen von dem speciellen Problemkreise, den KANT in dem letzten und den vorausgegangenen Hauptstücken seiner Schrift behandelt hat, und namentlich abgesehen von allen Mängeln seiner Lösungen im Einzelnen, dürfte sich aus ihr für das Verhältnis von Mechanik und Philosophie der Mechanik ganz allgemein noch dieses lernen lassen: Ist der Philosophie als einem Inbegriff von Disciplinen eine gemeinsame Eigenthümlichkeit ihres Gegenstandes gesichert und macht sich die Eigenart dieses Gegenstandes, die unmittelbare Beziehung zum Psychischen, auch dann noch geltend, wenn eine dieser Disciplinen, die Erkenntnistheorie, dem Erkennen eines physischen Thatsachenkreises, wie es die Principien der Mechanik sind, zugewendet ist, so ergeben sich für den gedeihlichen Betrieb speciell einer „Philosophie der Mechanik" naheliegende Rathschläge. Den Blick auf die jeweilig neueste Phase des sozusagen innermechanischen Denkens gerichtet zu halten und jeder Wandlung in den Forschungsergebnissen selbst oder auch des blossen Geschmackes der Forscher an der wandelbaren Form der Darstellung mit ausreichendem Sachverständnis zu folgen, ist auch für den Erkenntnistheoretiker als solchen selbstverständliche erste Pflicht. Sollte es also richtig sein, dass innerhalb der Mechanik ein neues Weltbild auszureifen beginnt, so hat der Philosoph als solcher in diesen Process nichts dreinzureden, sondern sein Ergebnis einfach zur

Kenntnis zu nehmen (vorausgesetzt, dass diese Wandlung selbst aus innermechanischen, nicht aus philosophischen oder pseudophilosophischen Motiven sich vollzieht). Während aber das Erkennen mechanischer Dinge seinen eigenen Wegen folgt, entwickeln sich — so wollen wir hoffen — auch Psychologie und Logik, und soweit es eine von diesen Disciplinen verschiedene Erkenntnistheorie giebt, auch diese. Es verfeinert sich die Technik der psychologischen Analyse, es vermannigfaltigen sich die Gesichtspunkte und Maassstäbe, nach denen früher von der Logik wenig beachtete Denkformen (das Hauptbeispiel ist noch heute die Wahrscheinlichkeitslehre und ihr häufigst genanntes Anwendungsgebiet, die Logik der Induction) mehr und mehr gewürdigt werden. Die Erkenntnistheorie endlich sucht sich nicht nur den einzelnen Stoffen der Einzeldisciplinen immer inniger anzupassen, sondern auch ihre eigenen Leitbegriffe vermannigfaltigen sich im Hinblicke auf die Vermannigfaltigung von Inhalt und Form jener Disciplinen; und mancher Gegensatz, wie der einst überschraubte des Apriori und Aposteriori, behält zwar immer noch den Wert einer durch die Thatsachen des Erkennens gebotenen Unterscheidung, ohne dass ihm der (für wissenschaftliche Dinge immer beschämende) Zug, Parteisache zu sein, anhaften bliebe.

So müssen wir uns denn jeden Arbeiter, der die Philosophie der Mechanik will mit fördern helfen, als einen Mann mit vorwärtsgewendetem Antlitz vorstellen. „Rückkehr zu Kant“, oder „Rückkehr zu Hume“, oder zu Locke oder zu wem sonst, wird für den nicht nöthig sein, der das gute Gewissen hat, auch als Philosoph nicht Autoritäten, sondern bestimmten Thatsachen, eben den psychischen (einschliesslich denen alles Erkennens), ins Gesicht zu schauen: will ich aber schauen, so darf zwischen mir und dem zu Schauenden nichts, auch nicht die Gestalt des grössten Philosophen, stehen. Unsere philosophische Jugend muss sich den Muth des Bewusstseins aneignen, an der Spitze zu marschiren. Aber ehe wir uns als philosophische Jugend betrachten, müssen wir uns freilich das Bewusstsein erworben haben, etwas gelernt zu haben — bei Solchen gelernt zu haben, die einst ihrerseits zwischen sich und den Thatsachen keinen Mittelsmann geduldet haben. Man hat an Kant oft und mit Recht den Mangel an historischem Sinn beklagt — dass ihn ein starker Glaube an die Mannigfaltigkeit und feine Articulation der Thatsachen des schärfsten Erkennens wie der des ethischen Wollens beseelt habe, darf auch derjenige zugeben, dem sich eben diese Thatsachen oft so ganz anders als jenem eigenartigen Manne darstellen.

Die „Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft“ sind ein Beispiel dafür, dass Kant erkenntnistheoretische Probleme von einer Mannigfaltigkeit und Zuspitzung, wie er sie von keinem Vorgänger hätte historisch ablernen können, sogar in demjenigen Stoffgebiete gefunden hat, das materiell zu seiner Zeit noch viel weniger angezweifelt war als in unseren Tagen. Die vorstehenden Andeutungen zu einer von der Kant'schen fast durchwegs abweichenden Behandlung jener Probleme nach der Technik einer jungen Erkenntnistheorie haben nach der stofflichen Seite die grössere Chance des Weiter- und Ueberlebens auf Seiten der alten, der Galilei-Newtonschen Mechanik gefunden, und sie haben die Wurzel der heute so häufig — am schärfsten von Hertz — ausgesprochenen Unbefriedigung mit dem Gesammtzustande der Mechanik nicht in jenem Inhalte, sondern in seiner hergebrachten logischen Form — genauer: in den zur logischen Verarbeitung jenes Inhalts verwendeten erkenntnistheoretischen und metaphysischen Leitbegriffen zu finden geglaubt. Es dürfte so am vorsichtigsten ebensowohl der von uns für wahrscheinlich gehaltenen künftigen Rehabilitirung jener alten, wie auch der von uns als minder wahrscheinlich, aber immerhin als möglich zugegebenen, stofflich mehr oder minder neuen Mechanik gedient sein, wenn sich für einige Zeit die Arbeit der Philosophen als solcher auf die immer wieder erneute Prüfung jener logischen*) Form der bisherigen Mechanik concentrirt. Will diese Arbeit Muth gewinnen, es sich nicht leicht, sondern wie jede ernste Forschung so schwer zu machen, als es der edle Gegenstand nur immer verlangen kann, so giebt es für diesen sozusagen ethischen Vorsatz kein strengeres Beispiel als den — wie ihn jüngst Edmund Pfleiderer, keineswegs Kantianer von Observanz, genannt hat — „transscendentalen Bohrer und Bergmann Kant“.

*) Dass das Bedürfnis nach logischer Tadellosigkeit eines gegebenen oder werdenden Wissensstoffes — ich möchte es wissenschaftlichen Reinlichkeitssinn nennen — nicht immer „Scholastik“ sein muss, sondern sich sehr wohl mit sachlichster Productivität verträgt, darüber beruhigen uns die Worte des letzten Verkünders einer neuen Mechanik, Heinrich Hertz', der die Vorrede seiner posthumen „Mechanik“ mit den Worten schliesst: „Was, wie ich hoffe, neu ist, und worauf ich einzig Wert lege, ist die Anordnung und Zusammenstellung des Ganzen, also die logische oder, wenn man will, die philosophische Seite des Gegenstandes. Meine Arbeit hat ihr Ziel erreicht oder verfehlt, je nachdem in dieser Richtung etwas gewonnen ist oder nicht.“

Inhalts-Übersicht.

Zum dritten Hauptstück: Mechanik S. 68—119.

Zum vierten Hauptstück: Phänomenologie S. 120—164.



Druck von Oswald Schmidt, Leipzig-R.

0









